

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
DE CAMINOS, CANALES, PUERTOS Y DE INGENIERÍA MINERA

Titulación:  
INGENIERÍA EN RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS.

TRABAJO FIN DE GRADO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y DE PROCESOS

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y  
DISTRIBUCIÓN DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Realizado por:  
José Sánchez Martínez

Dirigido por:  
Salvador Díaz Martínez

En Cartagena, junio de 2016.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

JOSÉ SANCHEZ MARTÍNEZ

**INGENERÍA EN RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS.**

Autorizo la presentación del proyecto

**PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE  
LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

Realizado por

**JOSÉ SANCHEZ MARTÍNEZ**

Dirigido por

**SALVADOR DIAZ MARTÍNEZ**

Firmado: Salvador Díaz

Fecha: 7 junio 2016

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**INDICE**

<b>RESUMEN</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>11</b>

<b>DOCUMENTO 1: MEMORIA-----</b>	<b>12</b>
----------------------------------	-----------

<b>1.1 OBJETO DEL PROYECTO</b>	<b>13</b>
--------------------------------	-----------

<b>1.2 LOCALIZACIÓN</b>	<b>14</b>
-------------------------	-----------

<b>1.3 DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL ENTORNO</b>	<b>15</b>
---	-----------

**1.3.1 Descripción geológica y litológica**

**1.3.2 Descripción hidrogeológica (Masa de agua 070.052)**

**1.3.3 Descripción hidrológica**

**1.3.4 Figuras medioambientales del entorno**

<b>1.4 ÁREAS DEL PARQUE</b>	<b>28</b>
-----------------------------	-----------

<b>1.5 OPERACIONES Y PROCESOS EN LA PLANTA</b>	<b>29</b>
--	-----------

<b>1.6 PRODUCTOS ALMACENADOS</b>	<b>30</b>
----------------------------------	-----------

**1.6.1 Clasificación de productos inflamables y combustibles (RD 379)**

<b>1.7 DIMENSIONAMIENTO DE LOS TANQUES</b>	<b>35</b>
--	-----------

**1.7.1 Normas de diseño y tipos de tanques.**

**1.7.2 Características y consideraciones básicas de los tanques.**

**1.7.3 Cálculos tanque de 8.000 m<sup>3</sup>**

**1.7.3.1 Cálculo del espesor de cada virola.**

**1.7.3.2 Rigidizadores en la envolvente frente al viento**

**1.7.3.3 Peso de las virolas componentes del cuerpo**

**1.7.3.4 Diseño del fondo del tanque**

**1.7.3.5 Espesor y anchura de la chapa del fondo del tanque**

**1.7.3.6 Peso de placa fondo**

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

1.7.3.7	Peso del anillo anular del fondo	
1.7.3.8	Peso de la cubierta del tanque	
1.3.7.9	Peso estructura rigidizadora	
1.3.7.10	Peso anillo circunferencial de la unión cubierta-cuerpo	
1.3.7.11	Peso anillos arriostramiento de cubierta	
1.3.7.12	Peso soporte central y lateral de cubierta	
1.3.7.13	Cargas y momento por viento	
1.3.7.14	Cargas y momento por sismo	
1.7.4	Cálculos tanque de 12.000 m <sup>3</sup>	
1.7.5	Tabla resumen cálculos tanques	
1.8	CUBETO DE RETENCIÓN	64
DOCUMENTO 2: OBRA CIVIL-----		66
2.1	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	67
2.1.1	Excavaciones para cimentación	
2.1.2	Excavaciones para depósitos	
2.1.3	Excavaciones en zanja para redes enterradas	
2.2	CIMENTACIONES	67
2.2.1	Cimentaciones de Tanques	
2.2.2	Cimentación de muros	
2.3	MUROS Y VASOS DE HORMIGON	68
2.3.1	Muros del Cubeto	
2.3.2	Depósito contraincendios	
2.3.3	Galería para circulación de tuberías	
2.3.4	Atarjea para tuberías de impulsión a cargadero	
2.3.5	Balsa de separación	



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

<b>2.4 MUELLES</b>	<b>71</b>
<b>2.5 MURETES DE SEPARACION ENTRE TANQUES</b>	<b>72</b>
<b>2.6 SOLERAS Y FIRMES</b>	<b>72</b>
2.6.1 Interior del cubeto	
2.6.2 Cargadero de cisternas	
2.6.3 Vías de acceso	
2.6.4 Circulación interior de vehículos	
2.6.5 Muelle de ferrocarril, isletas y aceras	
<b>2.7 EDIFICIOS DE DISTRIBUCION</b>	<b>73</b>
2.7.1 Dimensiones	
2.7.2 Estructura	
2.7.3 Cimentación	
2.7.4 Cubierta	
2.7.5 Cerramiento	
2.7.6 Solera y solado	
2.7.7 Falso Techo	
2.7.8 Bancadas	
<b>2.8 CERRAMIENTOS DE PARCELA</b>	<b>76</b>
2.8.1. Muros de fábrica	
2.8.2. Valla de cerramiento	
2.8.3. Estacionamiento de vehículos	
<b>DOCUMENTO 3: EQUIPAMIENTO-----</b>	<b>78</b>
<b>3.1 ACCIONAMIENTO Y CONTROL</b>	<b>79</b>
<b>3.2. TANQUES DE DRENAJES</b>	<b>79</b>
<b>3.3. DEPOSITOS DE TRANSFERENCIA Y REGULACION</b>	<b>80</b>

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

<b>3.4 TUBERÍAS DE DRENAJE Y REGULACIÓN</b>	<b>81</b>
<b>3.5 INSTALACIONES DE TRANSPORTE DE FLUIDOS</b>	<b>82</b>
3.5.1 Bombas de distribución	
3.5.2 Bombas de drenaje	
3.5.3 Bombas de evacuación de pluviales	
3.5.4 Bombas contra incendios	
<b>DOCUMENTO 4: SISTEMA CONTRA INCENDIO-----</b>	<b>86</b>
<b>4.1. IDENTIFICACIÓN NIVEL DE RIESGO</b>	<b>88</b>
<b>4.2 NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO</b>	<b>88</b>
<b>4.3. DOTACIÓN CONTRA INCENDIOS DE LA PLANTA</b>	<b>92</b>
<b>4.4. DISTANCIAS DE SEGURIDAD</b>	<b>98</b>
4.4.1 Distancias entre recipientes	
4.4.2 Coeficientes de reducción por medidas adicionales de protección	
<b>4.5 DIMENSIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIOS</b>	<b>105</b>
4.5.1 Bases de diseño	
4.5.2 Dimensionamiento del sistema de refrigeración con agua	
4.5.2.1 Demanda de agua de refrigeración en tanques	
4.5.2.2 Caudal de la boquilla. Refrigeración de la pared del tanque incendiado	
4.5.2.3 Caudal de la boquilla. Refrigeración de la pared del tanque afectado	
4.5.3 Dimensionamiento del sistema a base de espuma	
4.5.3.1 Demanda de espumante en tanques	
4.5.3.2 Tipo de espumógeno utilizado	
4.5.3.3 Demanda de espumógeno	
4.5.3.4 Depósito de espumógeno	
4.5.3.5 Demanda de espuma en tanques	

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**4.5.3.6 Bocas de descarga y cámaras de espuma**

**5.2.3.7 Demanda de espuma en cubetos**

**5.2.3.8 Monitores de espuma para cubetos**

**5.2.3.9 Demanda de agua para espuma**

**4.5.4 Clase y tipo de abastecimiento**

**4.5.5 Caudal, presión y autonomía del sistema de abastecimiento**

**5.5.6 Sistema de impulsión**

**5.5.6.1 Caudal y Selección de la unidad de bombeo**

**DOCUMENTO 5: ELECTRICIDAD-----133**

**5.1 ACOMETIDA. 134**

**5.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 134**

**5.3 MEDIDA DE ENERGIA 135**

**5.4 SALIDAS EN BAJA TENSION 135**

**5.5 CUADRO GENERAL DE PROTECCION 136**

**5.6 CIRCUITOS 136**

**5.7 APARELLAJE 138**

**5.8 ALUMBRADO EXTERIOR 138**

**5.9 PUESTA A TIERRA 139**

**DOCUMENTO 6: MEDIDAS DE SEGURIDAD-----140**

**6.1. MEDIDAS CORRECTORAS DE SEGURIDAD. 142**

**6.2 SISTEMAS DE VENTEO 145**

**6.2.1 Acumulación de presión/vacío**

**6.2.2 Pérdidas por evaporación**

**6.2.3 Funcionamiento de los venteos**

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**6.2.4 Tuberías de venteo**

<b>DOCUMENTO 7: MEMORIA AMBIENTAL-----</b>	<b>152</b>
<b>7.1 ALCANCE Y CONTENIDO</b>	<b>153</b>
<b>7.2 CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA</b>	<b>153</b>
<b>7.2.1. Focos de emisión. Caracterización</b>	
<b>7.2.2 Emisiones de humos</b>	
<b>7.2.3 Emisión de olores</b>	
<b>7.3 VERTIDOS LÍQUIDOS</b>	<b>156</b>
<b>7.3.1 Vertidos directos</b>	
<b>7.3.2 Vertidos diferidos</b>	
<b>7.3.3 Destino de los efluentes</b>	
<b>7.4 RESIDUOS SOLIDOS.</b>	<b>158</b>
<b>7.4.1 Procesos que los generan</b>	
<b>7.4.2 Composición</b>	
<b>7.4.3 Producción anual previsible</b>	
<b>7.5 DESTINO DE LOS RESIDUOS</b>	<b>159</b>
<b>7.6 RUIDOS.</b>	<b>159</b>
<b>7.7 MEDIDAS CORRECTORAS DE LA SANIDAD AMBIENTAL.</b>	<b>160</b>
<b>7.7.1 Emisiones gaseosas.</b>	
<b>7.7.2 Emisiones líquidas.</b>	
<b>DOCUMENTO 8: REGLAMENTACION-----</b>	<b>162</b>
<b>DOCUMENTO 9: PLANOS.-----</b>	<b>166</b>

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**LISTADO DE TABLAS**

**LISTADO DE FIGURAS**

**DOCUMENTO 10: ANEXO**

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS**

**CALCULO CIMENTACIÓN CON PROGRAMA CYPE**

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

## **RESUMEN**

El proyecto se desarrolla en varios apartados. Comienza con la localización, descripción de entorno situado en un área industrial de 9.000 ha (altimetría, geología, litología, calidad de la masa de agua subterránea, hidrología, con los calados correspondientes a periodos de retorno de inundación de 10,100 y 500 años, no está incluido en LIC ni ZEPA de la Sierra de La Fausilla. Se describen las características físico-químicas de la gasolina y gasoil a manipular. Se diseñan los tanques de almacenamiento de combustibles con material de acero al carbono, con techo fijo, y calculan pesos de techo con su estructura rigidizadora, anillo unión techo-cuerpo, virolas del cuerpo, fondo, y anillo de refuerzo fondo, para poder determinar la cimentación necesaria mediante losa, dando el conjunto una tensión admisible menor de  $18 \text{ tn/m}^2$ , siendo  $20 \text{ tn/m}^2$  la del terreno. Se diseña el dimensionamiento de dos cubetos, para contener cada uno el volumen del tanque mayor. A continuación se describe la obra civil de las instalaciones auxiliares; Edificio control y ubicación bombas, cargaderos, depósitos de transferencia cargadero-tanques, drenaje y aguas pluviales. Se describe el sistema de venteo para equilibrar sobrepresiones y depresiones de carga y descarga de tanques, así como el sistema de extracción de gases en los tanques de gasolina mediante compresor y devolviéndolos condensados a los tanques, al ser tanques de techo fijo. Se realiza el cálculo del sistema contra incendios necesario, determinando la densidad de carga de fuego y arrojando un nivel intrínseco de 8, alto, según Real Decreto 2267/2004 RSCIEI. Se determinan los valores de descarga de agua de refrigeración, requeridos en las boquillas de agua pulverizada alrededor de la zona de riesgo; de espuma física para hidrocarburos, en las cámaras de espuma de la parte superior de la envolvente de los tanques, y en los monitores auxiliares de descarga de espuma, de la zona del cubeto de retención. Se relacionan todos los sistemas de bombeo necesarios para trasiego de combustibles, aguas de drenaje aguas pluviales y equipo de presión contra incendios. Se acompaña, planos, así como lista de figuras y tablas. Se relaciona toda la Reglamentación de aplicación. Por último se acompaña Anexo de cálculo cimentación de losa conteniendo dos depósitos realizado mediante el software técnico desarrollado por la empresa CYPE. y datos técnicos de equipos.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**ABSTRACT**

The project is developed in several sections. Start with the location, description of environment located in an industrial area of 9,000 ha (altimetry, geology, lithology, quality of the body of groundwater, hydrology, with corresponding to return periods of flooding of 10,100 and 500 years fretwork, not is included in LIC and ZEPA Sierra de La Fausilla. the physico-chemical properties of gasoline and diesel to manipulate characteristics are described. storage tanks of fuel are designed with material carbon steel, with fixed roof, and calculate weights ceiling with its stiffening structure, ring binding ceiling-body, ferrules body, bottom, and reinforcing ring background, in order to determine the foundation needed by slab, giving the set a lower allowable voltage of 18 tn / m<sup>2</sup>, with 20 tn . / m<sup>2</sup> the ground dimensioning two bunds is designed to contain each volume of the largest tank below the civil works ancillary facilities described;. Building control and location pumps, loading, transfer containers cargadero-tanks , drainage and rainwater. Venting system described overpressures and depressions to balance charge and discharge tank and the gas extraction system in gasoline tanks by compressor and returning condensate tanks, being fixed roof tanks. calculating the necessary fire protection system is conducted by determining the charge density of fire and throwing a high intrinsic level of 8, according to Royal Decree 2267/2004 RSCIEI values discharge cooling water is determined, required in the nozzles water spray around the area of risk; physical foam hydrocarbons, foam chambers top of the envelope of the tanks, and auxiliary monitors foam discharge, in the area of the drip pan. all pumping systems required for fuel transfer, stormwater drainage water pressure and fire equipment are related. It is accompanied, plans and list of figures and tables. Regulatory entire application relates. Finally Annex calculation foundation slab containing two deposits made by the technical software developed by the company CYPE accompanied. equipment and technical data.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**DOCUMENTO 1: MEMORIA**



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### **1.1 OBJETO DEL PROYECTO.**

El objeto del presente Proyecto es definir las características técnicas y constructivas de un Parque de Almacenamiento y Distribución de Hidrocarburos líquidos; gasóleo y gasolina, con capacidad de almacenamiento para 40.000 m<sup>3</sup>, así como el sistema de protección contra incendios, a situar en el polígono 51, parcela 28 de 60.978 m<sup>2</sup> del valle de Escombreras, Cartagena, Murcia, junto la rambla del Charco. El parque se alimentará a través de un oleoducto, mediante una acometida de dos tuberías, una de 12" para gasóleo y otra de 8" para gasolina. Además de acometer a depósitos de almacenamiento, ambas tuberías se prolongarán hasta la estación de bombeo en distribución con el fin de poder servir directamente al cargadero en aquellos casos esporádicos en que la capacidad de almacenamiento pudiera verse rebasada. La longitud total de la conducción será de 870 m. hasta el primer acceso al parque de almacenamiento, y desde ese punto hasta la estación de distribución será de 172 m.

Se definen las características de un conjunto de cuatro tanques verticales con capacidades unitarias comprendidas entre 8.000 y 12.000 m<sup>3</sup>. Cargadero para cisternas para su transporte por carretera y vagones-cisterna, mediante derivación de una línea ferroviaria junto a la línea portuaria Renfe.

Pretende dar respuesta satisfactoria a las necesidades de servicio de distribución de combustibles líquidos, sin perjuicio de las autorizaciones administrativas requeridas para la puesta en servicio de la instalación.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

## 1.2 LOCALIZACIÓN.



**Figura 1.** Situación “Parque almacenamiento y Distribución” en la provincia. **Figura 2.** Localización en el Valle de Escombreras.



**Figura3.** Polígono 51, parcela 28, de 60.978 m<sup>2</sup>. Referencia catastral 51016A051000280000AW, coordenadas UTM ETR89 (X= 683.614; Y=4.161.576)

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 1.3 DESCRIPCION FISICA DEL ENTORNO

Se describen diferentes aspectos del medio físico de la parcela y su entorno, utilizando el geo-portal territorial de la Región de Murcia “sitmur”, con el fin de conocer características del terreno como, su tensión admisible de 2,0 kg/cm<sup>2</sup>, características de la masa de agua subterránea, riesgo de inundación y si está afectada por protecciones medioambientales según la Red Natura 2000. La parcela donde se ubicará el parque de almacenamiento y distribución de combustibles líquidos, se localiza en la hoja cartográfica 0977 del (IGN). La parcela se encuentra explanada a cota 30 m.s.n.m.



**Figura 4.** N° Hoja mapa 0977 (IGN). Y cota 30 m.s.n.m. explanada parcela.

#### 1.3.1 Descripción geológica y litológica

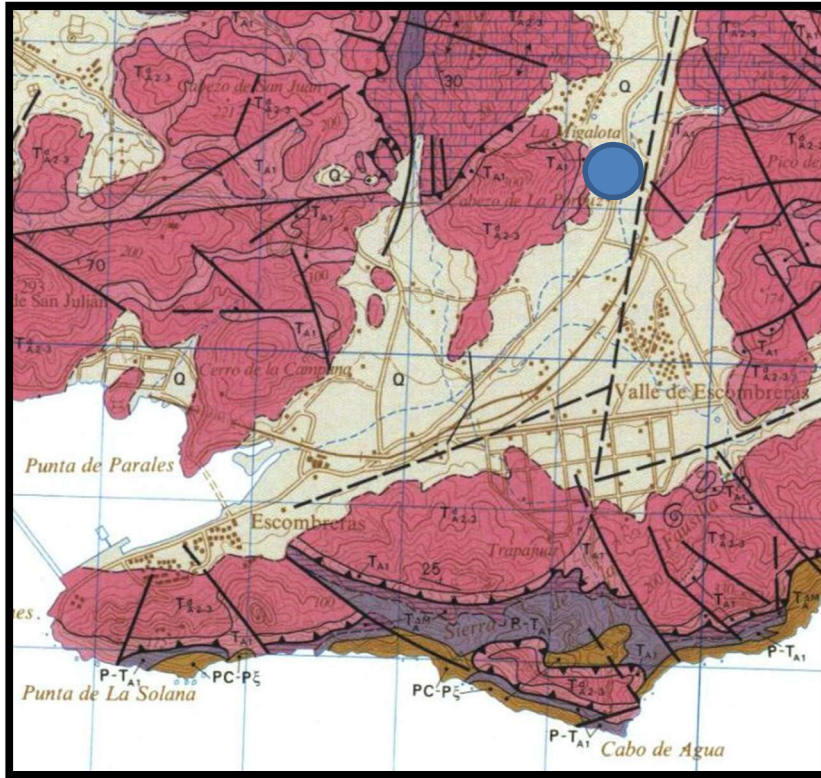
El Campo de Cartagena es una región natural, geográficamente muy bien definida, que se sitúa en el sureste de la Región de Murcia y sur de la provincia de Alicante. Se caracteriza geomorfológicamente por su amplia llanura, con pequeña inclinación hacia el sureste,



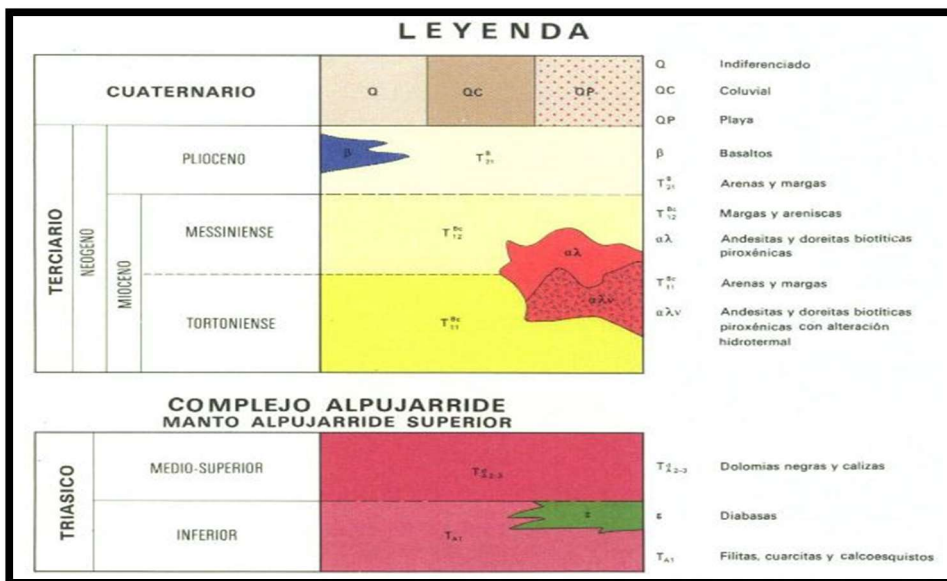
PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

rodeada en todos sus contornos, a excepción de la zona del litoral, por elevaciones montañosas. Por el norte se diferencia de la depresión formada por las vegas del Segura-Guadalentín mediante una alineación montañosa cuya altura disminuye gradualmente hacia el este, existiendo sólo algunas pequeñas lomas cerca del mar Mediterráneo. En su parte meridional limita con el conjunto orográfico de las sierras de Cartagena, de dirección E-O, que lo separa del Mediterráneo. Al oeste, interrumpen la monotonía de la llanura las sierras de Los Victorias y Gómez, entre Fuente Álamo y La Aljorra. En el interior del Campo de Cartagena sólo destacan algunos cerros o cabezos como Cabezo Gordo (312 m), al oeste de San Javier, y el Carmolí (117 m), más al sur y junto al Mar Menor. Constituye una unidad hidrogeológica antes denominada (07.31) amplia y compleja que se ubica en una de las grandes depresiones interiores postmanto de las Cordilleras Béticas ocupada por un potente relleno neógeno, predominantemente margoso de más de 1000 metros de espesor, en el que se existen intercalaciones detríticas y calcáreas del Mioceno al Cuaternario que constituyen diferentes niveles acuíferos. De ella se han desagregado recientemente, por motivos de mejor gestión administrativa de sus recursos hídricos, los sectores de Cabo Roig y Sierra de Los Victorias, que han pasado a constituir, respectivamente, las masas de agua subterránea 070.053 (Cabo Roig) y 070.054 (Triásico de Los Victoria. **La masa actualmente denominada 070.052 (Campo de Cartagena)** coincide, por tanto, con la unidad hidrogeológica homónima a excepción de las dos masas desagregadas antes mencionadas. Tiene una **superficie de 1.240 km<sup>2</sup>**, ubicada en el 92% en la Región de Murcia y el resto en la provincia de Alicante. La ocupación general del suelo en el año 2000 era agrícola (76%), urbana (9%) y forestal (15%). En este ámbito geográfico se ubican los Espacios naturales protegidos del Parque Regional de Las salinas y arenales de San Pedro del Pinatar y los Paisajes Protegidos del Cabezo Gordo y de los Espacios Abiertos e Islas del Mar Menor.

## SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

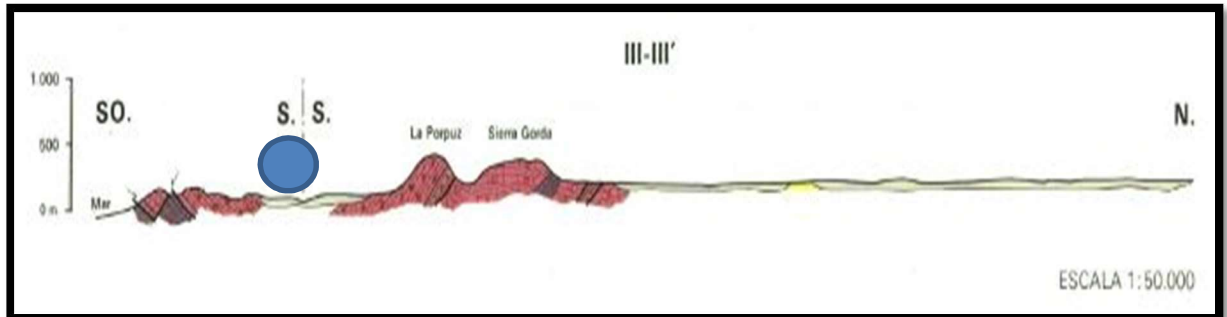


**Figura 5. Mapa geológico.**

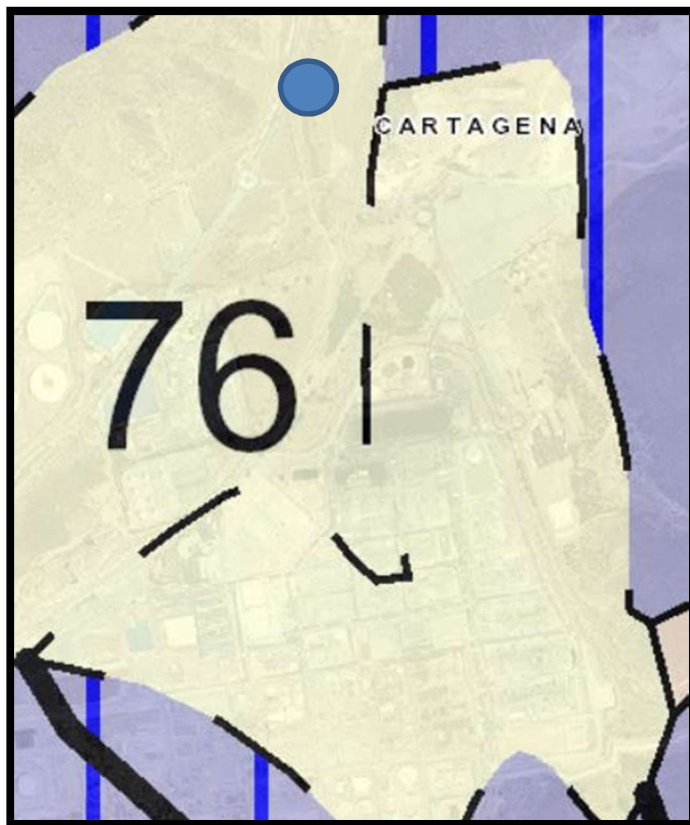


### Figura 6. Leyenda geológica.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



**Figura 7.** Corte geológico.



**Figura 8.** Contacto discordante y cabalgamiento. Calizas y margas, arcillas semiduras rodeadas de dolomías negra y calizas.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

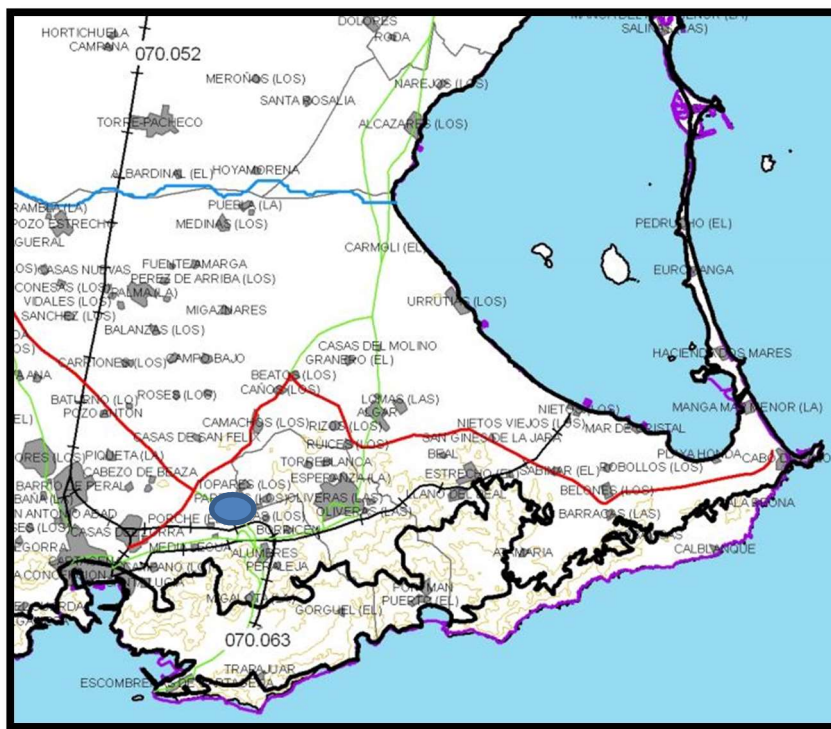
***La tensión admisible de este tipo de suelos es de 2 Tn/m<sup>2</sup>.*** Un estudio geotécnico la determinaría con precisión. Cuando no se efectúe ensayo de suelos el coeficiente de trabajo para suelos aptos para cimentar no excederá de 2 Kg/ cm<sup>2</sup>.

### **1.3.2 Descripción hidrogeológica (Masa de agua 070.052)**

La zona de estudio se encuentra en el límite del sur de la masa de agua 070.052 y el norte de la masa de agua 070.063, cumpliendo los límites de calidad química ambas, pero en riesgo de contaminación de nitratos y plaguicidas. Los límites de la masa quedan definidos por los materiales de baja permeabilidad permotriásicos y neógenos con los que las formaciones de esta unidad contactan lateralmente por medio de accidentes tectónicos, a excepción del sector oriental en el que el límite es el mar Mediterráneo. Dentro de esta masa se han diferenciado varios acuíferos (ITGE, 1994), entre los que destacan por su importancia los siguientes: acuífero Cuaternario, constituido por 20-150 m de gravas, arenas, limos, arcillas y caliches depositados sobre margas terciarias que actúan como base impermeable; acuífero Plioceno, formado por areniscas con espesores variables entre 10 y 110 m, limitadas a base y techo por margas del Mioceno superior y Plioceno, respectivamente; acuífero Andaluciense, constituido por calizas bioclásticas, areniscas y arenas, con un espesor medio de 125 m, limitadas a base y techo por margas tortonienses y Andalucienses. Además de estos acuíferos principales existe otro de menor entidad, el acuífero Tortoniense, que está formado por 150-200 metros de conglomerados poligénicos (sector occidental) y areniscas (sector oriental), situados sobre margas del Mioceno medio; este acuífero se interna bruscamente en el Campo de Cartagena por debajo de la potente formación margosa de Torremendo, que hace de impermeable de techo. Dentro de la Hoja de Cartagena no están representados los acuíferos Andaluciense y Tortoniense. Dada la compleja estructura tectónica interna de esta depresión, el carácter discordante de muchas de sus formaciones y el contacto por el este con el Mar Menor y el Mediterráneo, existe en ciertas zonas una conexión hidráulica entre acuíferos y entre éstos y dichos mares. La recarga de la masa Campo de Cartagena procede de la infiltración directa del agua de lluvia y de los retornos del riego

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

(concentradas en gran medida en el acuífero Cuaternario), aunque también habría que considerar una posible alimentación lateral desde la Sierra de Cartagena, si bien de escasa magnitud. La descarga se realiza por bombeos (fundamentalmente en los acuíferos Andaluciense y Plioceno) y por salidas laterales hacia el Mar Menor y el mar Mediterráneo (a través del acuífero Cuaternario). Hay que tener en cuenta, también, la interconexión interna entre diferentes acuíferos, realizada en condiciones naturales y a través de sondeos deficientemente contruidos, que ha sido estimada en un valor medio anual orientativo próximo a 40 hm<sup>3</sup> (ITGE, 1994).



**Figura 9.** Masa de agua subterránea 070.052.

La Permeabilidad o conductividad hidráulica es la constante de proporcionalidad entre el caudal y el gradiente hidráulico (m/s ó m/día). La facilidad que un cuerpo ofrece a ser atravesado por el agua. En nuestro caso es de media 10<sup>-1</sup> a 10<sup>-4</sup> m/día.



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La Transmisividad es la conductividad hidráulica por su espesor, ( $\text{m}^2/\text{día}$ ). La facilidad del agua para circular horizontalmente por una formación geológica. En nuestro caso varía de 670 a 960  $\text{m}^2/\text{día}$ .

Campo de Cartagena 070.052

**Porosidad, permeabilidad ( $\text{m}/\text{día}$ ) y transmisividad ( $\text{m}^2/\text{día}$ )**

Acuífero	Régimen hidráulico	Porosidad	Permeabilidad	Transmisividad (rango de valores)		Método de determinación
				Valor menor en rango	Valor mayor en rango	
Campo de Cartagena	Libre(Cuaternario y Tortonense) Confinado (Andaluciense), Mixto (Plioceno).		Media: 10-1 a 10-4 $\text{m}/\text{día}$	670,0	960,0	Bombeo, ensayo

**Tabla 1.** Permeabilidad y transmisividad.

La recarga del acuífero y las extracciones son 49,2  $\text{hm}^3$  y 47,4  $\text{hm}^3$  respectivamente. Se produce periodos de sobreexplotación con la consiguiente contaminación difusa salina entre acuífero terrestre y marino.

Componente	$\text{hm}^3/\text{año}$	Periodo	Fuente de información
Infiltración de lluvia	49,2	Valor medio interanual	Plan Hidrológico de Cuenca corregido por estudios de cuantificación y sobreexplotación realizados por la OPH
Retorno de riego	14,0		
Otras entradas	0,0		

**Tabla 2.** Recarga de acuífero anual.

**Extracciones de agua:**

Extracciones	$\text{hm}^3/\text{año}$	Periodo	Fuente de información
Extracciones totales	47,4	Valor medio interanual	Plan Hidrológico de Cuenca corregido por estudios de cuantificación y sobreexplotación realizados por la OPH

**Tabla 3.** Extracciones del acuífero anual.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Niveles de referencia:		
Parámetro	Tipo	Valor de Referencia
Arsénico (mg/l)	Límite Detección	0,005
Cadmio (mg/l)	Límite Detección	0,0025
Plomo (mg/l)	Límite Detección	0,0125
Mercurio (mg/l)	Límite Detección	0,0005
Amonio (mg/l)	N90	0,32
Cloruros (mg/l)	N90	1.664,74
Sulfatos (mg/l)	N90	1.614,31
Conductividad eléctrica 20°C (µS/cm)	N90	7.488
Tricloroetileno (µg/l)	Límite Detección	0,0025
Tetracloroetileno (µg/l)	Límite Detección	0,0025

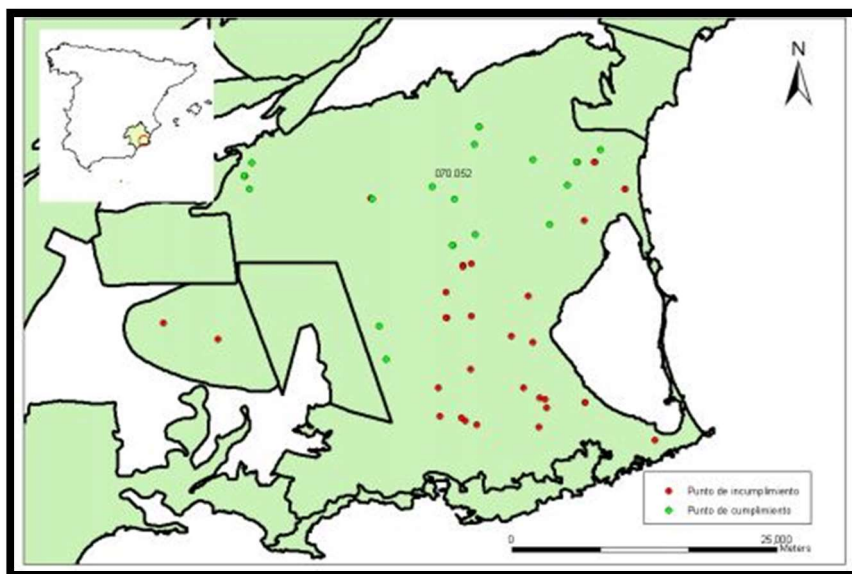
**Tabla 4.** Niveles de referencia de calidad química.

Normas de calidad:	
Contaminante	Normas de calidad
Nitratos	50 mg/l
Sustancias activas de los plaguicidas, incluidos los metabolitos y los productos de degradación y reacción que sean pertinentes (1)	0,1 µg/l 0,5 µg/l (total) (2)

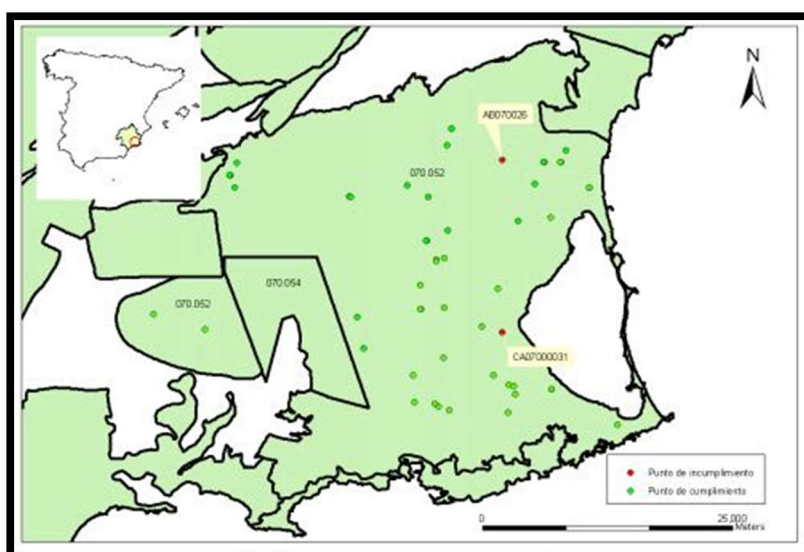
(1) Se entiende por «plaguicidas» los productos fitosanitarios y los biocidas definidos en el artículo 2 de la Directiva 91/414/CEE y el artículo 2 de la Directiva 98/8/CE, respectivamente.  
(2) Se entiende por «total» la suma de todos los plaguicidas concretos detectados y cuantificados en el procedimiento de seguimiento, incluidos los productos de metabolización, los productos de degradación y los productos de reacción.

**Tabla 5.** Niveles de nitratos y plaguicidas.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



**Figura 10.** Puntos de incumplimiento nitratos >50mg/l





**Figura 11** Punto de incumplimiento plaguicidas >0,5mg/l

### 1.3.3 Descripción hidrológica

Las características del cauce rambla del Charco, en el suroeste de la parcela se han extraído del Geo-portal territorial de La RR.MM. visor “Sitmurcia” son:

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

 <p><b>INVENTARIO DE CUENCAS Y CAUCES -RED DE ESCORRENTÍA-</b></p> <p><b>ZONAS Y SUBCUENCAS</b></p> <p><u>Identificación</u></p> <p>Nombre: Rambla del Charco Zona: Mar Mediterráneo</p> <p><u>Tamaño y forma</u></p> <p>Área (m<sup>2</sup>): 642.807,87 Perímetro (m): 5.040,03 Coeficiente de compacidad de Gravelius: 1,78 Lado menor del rectángulo equivalente: 1,02 Lado mayor del rectángulo equivalente: 0,89</p> <p><u>Parámetros hidromorfológicos</u></p> <p>Densidad de drenaje (km<sup>-1</sup>): 1,57 Longitud del cauce principal (km): 1,004 Pendiente media del cauce principal: 0,0112</p>	 <p><i>Esta información tiene carácter vinculante a efectos de aplicación del artículo 38 de las Directrices y Plan de Ordenación del Suelo Industrial de la Región de Murcia en los tramos de cauce que tienen clasificación de Horton-Strahler igual o superior a 3.</i></p> <p><b>INVENTARIO DE CUENCAS Y CAUCES -RED DE ESCORRENTÍA-</b></p> <p><b>CAUCES NATURALES (orden de Horton-Strahler)</b></p> <p><u>Identificación</u></p> <p>Tramo de Cauce: Rambla del Charco Zona: 1</p> <p><u>Parámetros hidromorfológicos</u></p> <p>Orden de Horton-Strahler: 2 Longitud (m): 1.003,80 Cota punto inicio (m): 35,00 Cota punto final (m): 23,78 Pendiente media: 0,0112 Ratio de meandrización: 0,890 Longitud del cauce principal (m): 0,00 Pendiente acumulada aguas arriba: 0,00 Área cuenca vertiente aguas arriba (km<sup>2</sup>): 8,90 Longitud del cauce aguas arriba (m): 9.726,85 Densidad de drenaje acumulada (km<sup>-1</sup>): 1,09 Número de tramos aguas arriba: 11</p> <p><u>Otros parámetros territoriales</u></p> <p>Tramo considerado altamente peligroso: No Existencia del cauce en el terreno: Si</p>
--	---

**Tabla 6.** Características de la Rambla del charco que discurre por el suroeste de la parcela.

Es importante conocer el riesgo de inundación en la zona de instalación para periodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años, así como los calados para dichos retornos, correspondientes a las fluctuaciones de caudales de la rambla. En función de ellos, se colocarían los distintos elementos que conforman el parque, así como el muro de protección de vallado perimetral, para minimizar el riesgo de inundación de todas las áreas de trabajo debido a los diferentes caudales de avenida de la rambla el Charco.

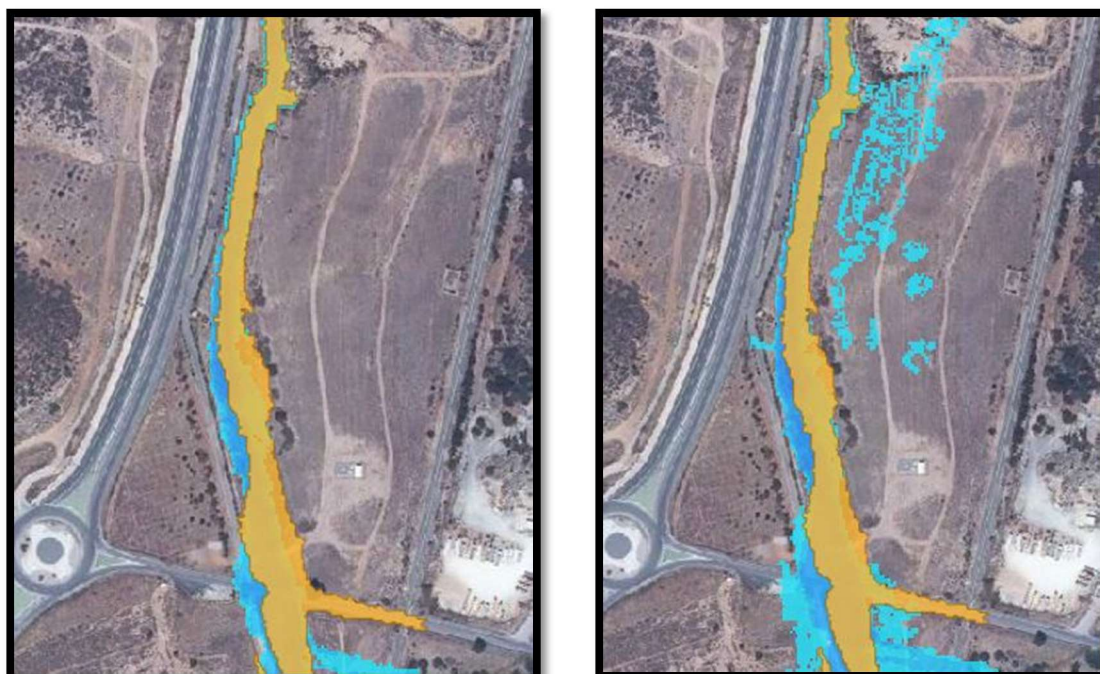
El riesgo de inundación para periodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años son los siguientes:



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

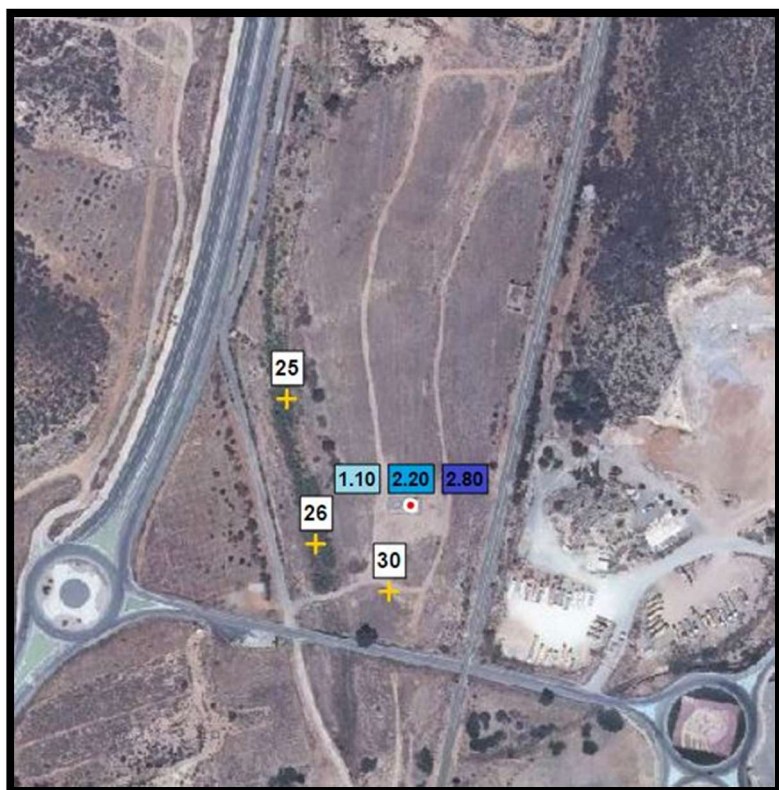


**Figura 12.** Riesgo de inundación para T (periodo de retorno) 10 y 50 años.



**Figura 13.** Riesgo de inundación para T(periodo de retorno) 100 y 500 años.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



**Figura 14.** Calado para T (periodo de retorno) 10, 100 y 500 años.

#### **1.3.4 Figuras medioambientales del entorno.**

Los Espacios naturales, especies y hábitats protegidos respecto a la parcela donde se localizarán las instalaciones se encuentra fuera de espacios naturales protegidos o en propuesta de serlo, considerando como tales los pertenecientes a la red Natura 2000 y a la Red de Espacios Naturales Protegidos de la Región de Murcia. Tampoco forma parte de ningún área importante para las aves, según inventario de SEO/Birdlife. A unos 850 m al sur de la parcela de estudio se encuentra la Sierra de la Fausilla (LIC ES6200025, ZEPA ES0000199 e IBA 171), en la que se puede encontrar avifauna rupícola como el águila-azor perdicera (*Hieraaetus fasciatus*) y halcón peregrino (*Falco peregrinus*). También aparecen vencejo, búho real (*Bubo bubo*), petirrojo (invernante), collalba negra o



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

estornino negro. La parcela está, en su mayor parte, desprovista de vegetación natural de interés debido fundamentalmente a su uso agrícola anterior.



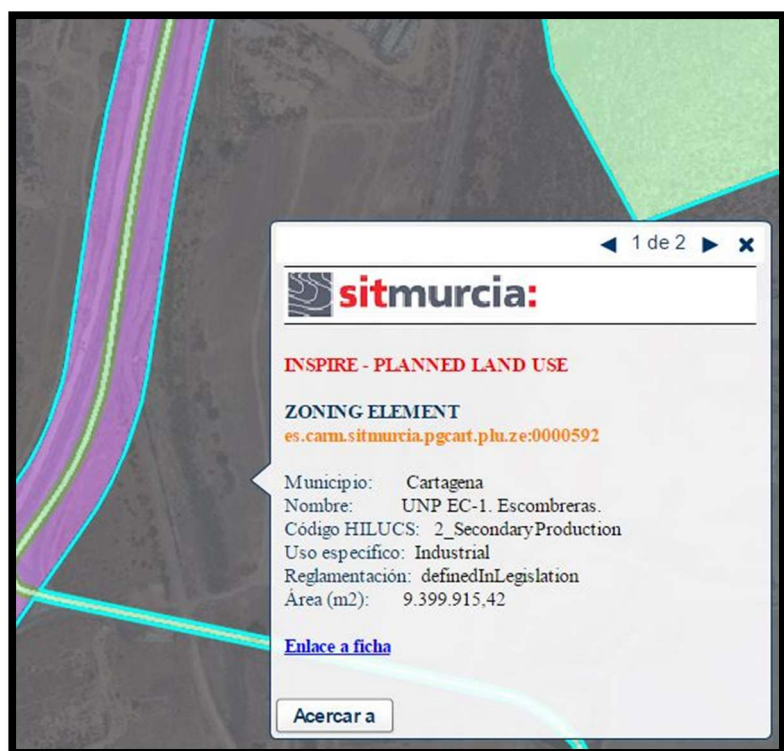
**Figura 15.** Distancia 1.682 m. a la Sierra de la Fausilla (LIC, ZEPA).



**Figura 16.** LIC Y ZEPA RED NATURA 2000

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La parcela se encuentra ubicada dentro de un área de 9.440 ha. Autorizada para uso industrial.



**Figura 17** Uso industrial del suelo.

#### 1.4 ÁREAS DEL PARQUE

En el Parque de almacenamiento y Estación de Distribución, se agrupan las siguientes unidades de obra:

- Tanques de almacenamiento.
- Cubeto.
- Rac de tuberías de trasiego de fluidos.
- Equipos de bombeo en distribución.
- Equipos de bombeo de Purgas y drenajes.
- Equipos de bombeo de transferencia y regulación.



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Equipos de bombeo de aditivos.

Equipos de bombeo de agua contraincendios.

Edificaciones de Estación de Distribución.

Tanques y depósitos de servicio auxiliar:

Tanque enterrado para Purgas y drenajes.

Tanque enterrado de transferencia y regulación.

Tanques de aditivos.

Depósito de agua contraincendios.

Cargadero de vagones y cisternas.

Instalaciones de electricidad.

Abastecimiento en Media Tensión.

Centro de Transformación.

Grupo electrógeno en conmutación automática.

Instalaciones de Baja Tensión.

Instalaciones de control y automatización.

Equipos de medida.

Automatización de control. Proceso de datos.

Sistema de alimentación ininterrumpida.

Instalaciones de seguridad.

Instalaciones contraincendios.

Recogida y tratamiento de vertidos y aguas de lluvia.

Control de accesos y vigilancia interior.

## **1.5 OPERACIONES Y PROCESOS EN LA PLANTA**

La planta estudiada se corresponde con una instalación de almacenamiento y distribución conectada a un oleoducto y proyectada para la recepción, almacenamiento, trasiego y distribución de productos petrolíferos. No existe en la planta ningún tipo de proceso de transformación ni producción de productos.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**Recepción** de productos petrolíferos a través de un oleoducto distante 4 km desde puerto marítimo de escombreras. Se realiza mediante una tubería de 12" para transporte de gasóleo y otra de 8" para transporte de gasolina hasta 4 tanques de almacenamiento.

**Almacenamiento** de los productos (gasolina, gasóleo) en tanques verticales de techo fijo, procedente del oleoducto.

Desde el manifold de válvulas automatizadas (sistema de distribución, carga y descarga), los productos son recibidos y dirigidos mediante bombeo, a través de la línea del oleoducto hacia los tanques de almacenamiento. Durante el período de almacenaje no se produce transformación intermedia del producto; sólo se producen los controles habituales de nivel, purgas, etc. La capacidad nominal de almacenamiento actual de la planta es de 40.000 m<sup>3</sup>.

La purga de los tanques se realiza durante el período de almacenamiento, para separar el agua acumulada en la parte baja de los mismos. El producto que se extrae con el agua se reinyecta directamente en los tanques de gasóleo y gasolina.

**Manipulación y trasiego** de los productos almacenados.

Haciendo uso del grupo de bombeo principal se realiza trasiego de productos desde tanque a cargadero para cisternas con cuatro bocas de descarga y a cargadero de vagones ferroviarios con 8 bocas de descarga..

**Distribución** o expedición de gasolina y gasóleo se realiza mediante cisternas por carretera y vagones mediante vía férrea.

## 1.6 PRODUCTOS ALMACENADOS

El parque almacena los siguientes combustibles:

- ✓ Gasóleo (GO)
- ✓ Gasolina sin plomo (GA)

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### **1.6.1 Clasificación de productos inflamables y combustibles (RD 379)**

Según el artículo 4 de la *ITC MIE-APQ1*, del *RD 379*, de Almacenamiento de productos químicos, los líquidos inflamables y combustibles se pueden clasificar como:

#### **Clase A**

Productos licuados cuya presión absoluta de vapor a 15 °C sea superior a 98 kPa.

Según la temperatura a que se los almacena se consideran

- a. *Subclase A1*: Productos de la clase A que se almacenan licuados a una temperatura inferior a 0 °C.
- b. *Subclase A2*: Productos de la clase A que se almacenan licuados en otras condiciones.

#### **Clase B**

Productos cuyo punto de inflamación es inferior a 55 °C y no están comprendidos en la clase A. Según su punto de inflamación puede ser considerado como:

- a. *Subclase B1*: Productos de clase B cuyo punto de inflamación es inferior a 38 °C.

*Ejemplos*: Crudos de petróleo, gasolinas, naftas, disolventes.

- b. *Subclase B2*: Productos de clase B cuyo punto de inflamación es igual o superior a 38 °C e inferior a 55°C.

*Ejemplos*: Queroseno civil y militar

#### **Clase C**

Productos cuyo punto de inflamación está comprendido entre 55 °C y 100 °C.

*Ejemplos*: Gasóleos, diésel-óleos, fuelóleos

#### **Clase D**

Productos cuyo punto de inflamación es superior a 100 °C.

*Ejemplos*: Asfaltos, cut-backs, aceites lubricantes, vaselinas, parafinas

Sus características y propiedades principales se resumen en la **Tabla 7**. En el **ANEXO A** se dispone de información adicional sobre estos productos.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Producto	Densidad. (1) (t/m <sup>3</sup> )	Pto. de Inflamación (C°)	Pto. De autoinflama (C°)	Calor de combustión (kj/kg)	Clasificación (2)
Gasóleo (GO)	0,82- 0,85	Mín. 55	338	-43.960	Clase C
Gasolinas/S. plomo (GA) (3)	0,72- 0,78	<-45,6	279,8	-42.210	Clase B1

**Tabla 7.** Características y propiedades combustibles a usar.

**(1)** Densidad a 15 °C (1)

**(2)** Según el artículo 4 de la *ITC MIE-APQ1*, del *RD 379*, de Almacenamiento de productos químicos

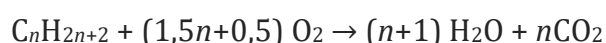
**(3)** Gasolina sin plomo de 95 y 98 de Índice de Octano (I.O)

#### Punto inflamación:

Según la Instrucción Técnica Complementaria MIE APQ-001 referente a almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles, se define como líquido combustible aquél que tiene un punto de inflamación igual o superior a 38 ° C y líquido inflamable el que lo tiene inferior a 38 ° C. Este criterio de clasificación viene a definir una peligrosidad mayor cuando a temperatura ambiente ya se pueden desprender vapores en cantidad suficiente para arder (inflamables), mientras que la peligrosidad es menor cuando a temperatura ambiente no llega a desprender esa cantidad mínima necesaria (combustibles).

**Alcanos:** Los **alcanos** son hidrocarburos, es decir, que tienen solo átomos de carbono e hidrógeno. La fórmula general para alcanos alifáticos (de cadena lineal) es  $C_nH_{2n+2}$ ,

La ecuación general para la combustión completa es:



Sirven como combustibles para alimentar vehículos automotores. Las mezclas más importantes para tal fin son la gasolina y el gasóleo o diésel.

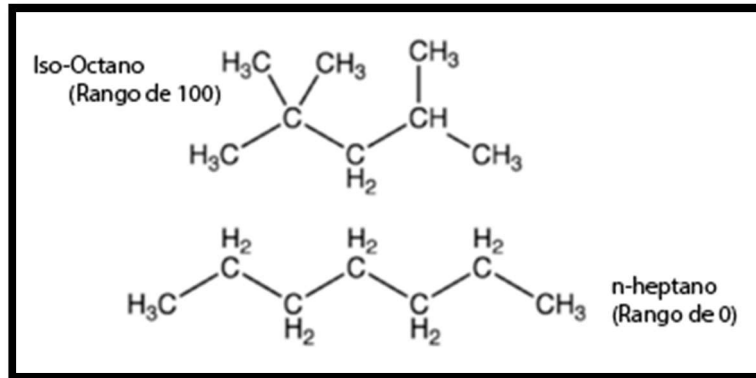
PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Las gasolinas se definen como las fracciones del petróleo que entran en ebullición por debajo de los 200° C (hidrocarburos de menos de 12 carbonos), mientras que en el caso del diésel sus fracciones tienen un límite de 350° C (entre 10 y 20 carbonos). Ambos combustibles consisten en mezclas de alcanos que requieren cumplir con ciertos estándares de calidad para transformar óptimamente la energía calorífica en mecánica para que los motores desarrollen su trabajo con la máxima eficiencia posible. La definición de eficiencia varía con respecto al combustible que se vaya a emplear, y para definir dichos estándares se han establecido dos escalas: la del índice de octano (o poder antidetonante, es decir evitar la autoignición) para las gasolinas y la del índice de cetano (o calidad de la ignición, facilitar la autoignición) para el diésel.

**Índice de octano:**

El índice de octano de una gasolina es una medida de su capacidad antidetonante. Las gasolinas que tienen un alto índice de octano producen una combustión más suave y efectiva. El índice de octano de una gasolina se obtiene por comparación del poder detonante de la misma con el de una mezcla de los hidrocarburos isooctano y heptano. Al isooctano (con 8 carbonos) se le asigna un poder antidetonante de 100 y al heptano (con 7 carbonos) de 0. Una gasolina de 97 octanos se comporta como una mezcla que contiene el 97% de iso-octano y el 3% de heptano. Hay dos escalas en las que se mide el índice de octano, la RON( Research Octane Number, medido en laboratorio) y la MON (Motor octane Number). Las escalas no varían demasiado, pero en ocasiones el índice de octano se expresa en función de ambas. De esta manera, por ejemplo un índice de 87R+M/2 octanos, indica que el 87 es el promedio de los índices de octano obtenidos para la gasolina en la escala RON yMON.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

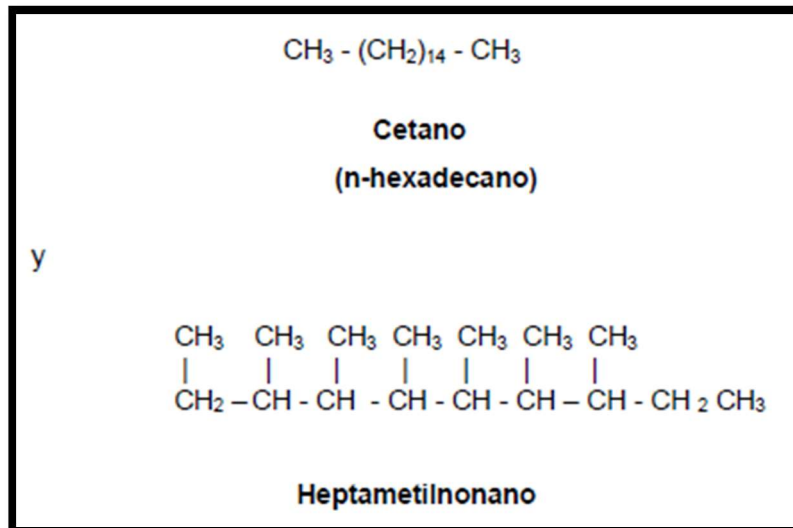


**Figura 18.** Cadena e iso-octano y n-heptano.

**Índice de cetano:**

En los motores diésel se ha visto que hexadecano o cetano ofrece excelentes rendimientos al tener un periodo corto de retardo a la ignición, se inflama rápido; él define el número 100 de índice de cetano. Su contraparte, el 2,3,4,5,6,7,8-heptanometilnonano, tiene un periodo largo de retardo y, debido a su deficiente desempeño, a él se le ha asignado el mínimo de esta escala: un 15. Por tanto el índice de cetano asignado a un gasóleo será el mismo de la correspondiente mezcla de cetano-heptanometilnonano que presente un desempeño idéntico. Los motores diésel típicamente se diseñan para utilizar índices de cetano de entre 40 y 55, ya que debajo de 48 se incrementa rápidamente el retardo de la ignición.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



**Figura 19.** Cadena del n-hexadecano y heptametilnonano

## 1.7 DIMENSIONAMIENTO DE LOS TANQUES

La capacidad nominal de almacenamiento disponible para cada producto en la instalación se dispone en cuatro tanques:

Los tanques objeto de este proyecto son cuatro unidades, siendo iguales dos a dos, uno de 8.000 m<sup>3</sup>, y otro de 12.000 m<sup>3</sup> para gasoil, y otros dos: uno de 8.000 m<sup>3</sup> y otro de 12.000 m<sup>3</sup> para gasolina, alojados en dos cubetos independientes.

### 1.7.1 Normas de diseño y tipos de tanques.

En España y en todos los países de nuestro entorno, el diseño y cálculo de tanques de almacenamiento, se base en la publicación que realiza el Instituto Americano del Petróleo. Esta institución designa como ESTÁNDAR API 650, la norma para tanques de almacenamiento a presión atmosférica.

También se ha tenido en cuenta la norma europea UNE-EN 14015, la cual están obligados a adoptar gran número de países europeos. Esta norma europea refleja la práctica actual de la industria del petróleo, petroquímica y química, de la alimentación

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

y de almacenamiento de líquidos en masa general, tanto en Europa como en el mundo. La práctica está basada en la teoría de las tensiones de diseño y tensiones admisibles.

Los tanques de almacenamiento se usan como depósito para contener alguna reserva suficiente de algún producto, para su uso posterior y o comercialización.

Los tanques de almacenamiento se clasifican en:

Cilíndricos horizontales.

Cilíndricos verticales de fondo plano.

Los tanques cilíndricos horizontales, generalmente son de volúmenes relativamente bajos, debido a que presentan problemas por fallas de corte y flexión.

Los tanques cilíndricos verticales de fondo plano, nos permiten almacenar grandes cantidades volumétricas con un coste bajo. Tienen como limitación que sólo se pueden usar a presión atmosférica o presiones relativamente pequeñas.

El tanque a emplear en cada caso, dependerá del producto que se desee almacenar en su interior, ya que dependiendo del peso y del contenido, se formarán en mayor o menor medida compuestos orgánicos volátiles.

Los tanques cilíndricos verticales se clasifican en:

- De techo fijo
- De techo flotante.
- Sin techo.

**Techo fijo.**

Se emplean para contener productos no volátiles o de bajo contenido de ligeros (no inflamables) como el agua, diesel, petróleo crudo, etc, debido a que al disminuir la columna del fluido, se va generando una cámara de aire que facilita la evaporación del fluido, lo que es altamente peligroso.



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**Techo flotante.**

Se emplea para almacenar productos con alto contenido de volátiles como alcohol, gasolinas y combustibles en general.

Este tipo de techo, fue diseñado para anular o reducir la cámara de aire, o espacio libre entre el espejo del líquido y el techo, además de proporcionar un medio aislante para la superficie del líquido, reducir la velocidad de transferencia de calor al producto almacenado durante aquellos periodos en los que la temperatura ambiental es alta, evitando así la formación de gases (evaporación), y como consecuencia la contaminación del ambiente y, al mismo tiempo se reducen los riesgos de almacenar productos inflamables.

**Tanque sin techo.**

Se usan para almacenar productos en los cuales no es importante que éste se contamine o se evapore a la atmósfera, como el caso del agua cruda, residual, y agua contra incendios. Destacar que el diseño de este tipo de tanque requerirá el diseño especial del anillo de coronamiento.

**Materiales a emplear en techo, envolvente y fondo.**

En los tanques de almacenamiento, existen dos alternativas de los materiales a emplear:

- Aceros al carbono.
- Aceros inoxidables.

La utilización del acero inoxidable, supone un ahorro de la imprimación y de la no consideración del sobre-espesor de corrosión. Por el contrario, el acero inoxidable requiere un mayor espesor de la pared para soportar la misma presión, y lo que es más relevante, su precio es sensiblemente más caro al del acero al carbono.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

DESIGNACIÓN	Espesor nominal $t$ (mm)				Temperatura ens. Charpy °C
	Tensión de límite elástico $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )			Tensión de Rotura $F_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$3 \leq t \leq 100$	
S235JR S235J0 S235J2	235	225	215	360	20 0 -20
S275JR ★ S275J0 S275J2	275	265	255	410	20 0 -20
S355JR S355J0 S355J2 S355K2	355	345	335	470	20 0 -20 -20 (1)
S450J0	450	430	410	550	0

**Tabla 8.** Características del acero.

### Conclusiones.

Para el almacenamiento de gasóleos se emplean normalmente tanques de techo fijo, debido a su baja presión de vapor. La baja volatilidad de los gasóleos en las condiciones de almacenamiento, hace innecesario el uso de techos flotantes. Por el contrario, para el almacenamiento de gasolinas se suelen emplear tanques de techo flotante, debido a los vapores que genera o también se puede utilizar techo fijo y un sistema de eliminación de gases evaporados, aspirando con un compresor y condensándolos, devolviéndolos al tanque en estado líquido.

Los Tanques objeto del presente proyecto serán de acero construido en el lugar de emplazamiento, vertical, cilíndrico, de fondo plano, no enterrado, para el almacenamiento de gasóleo de automoción (gasóleo A) y gasolina a temperatura ambiente.

Característica común a todos los tanques de almacenamiento será el sistema adoptado para sustentación de la cubierta, concebido como una estructura con un solo pilar en el eje del depósito y pilares perimetrales en los vértices de un octógono. Los perfiles a utilizar serán del tipo S275JR, siendo los perimetrales perfiles simples y el central de perfil compuesto.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 1.7.2 Características y consideraciones básicas de diseño de los tanques.

Para el diseño y cálculo de tanques de almacenamiento, tendremos que contar con la información necesaria para llevar a cabo el proyecto. La información mínima requerida será:

Características	T 1	T 2 - T 3	T 4
Tipo de tanque	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico
Disposición	Superficie	Superficie	Superficie
Techo	fijo	Fijo	Fijo
Volumen nominal	8.309 m <sup>3</sup>	12.315 m <sup>3</sup>	8.309 m <sup>3</sup>
Volumen útil	8.000	12.000	8.000
Presión de diseño	15 kpa	15 kpa	15 kpa
Tª de diseño	15 °C	15 °C	15 °C
Densidad del producto	835 kg/m <sup>3</sup>	835 - 780 kg/m <sup>3</sup>	780 kg/m <sup>3</sup>
Rachas de viento	50 m/s	50 m/s	50 m/s
Límite elástico acero	272 N/mm <sup>2</sup>	272 N/mm <sup>2</sup>	272 N/mm <sup>2</sup>
Corrosión permisible	1,2,1 mm	1,2,1 mm	1,2,1 mm
Altura	20 m	20 m	20 m
Diámetro	23 m	28 m	23 m
Superficie en planta	415,47 m <sup>2</sup>		415,47 m <sup>2</sup>
Superficie lateral	1445,14 m <sup>2</sup>	1759,30 m <sup>2</sup>	1445,14 m <sup>2</sup>
Altura virolas	2 m	2 m	2 m
Altura tota cubierta	21,97	22,40	21,97

**Tabla 9.** Características generales de los tanques.

**Además se tendrán en cuenta los siguientes datos:**

Los espesores de sobre-corrosión para las virolas, el fondo y la cubierta son 1, 2 y 1 mm, respectivamente.

El número de virolas que componen el cuerpo del tanque son 10.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La altura de cada virola será de 2.m, por tanto la altura total del cuerpo del tanque es de 20 m.

La altura máxima del nivel del líquido es de 20 m, disponiendo una cámara de 1,975 m de altura para tanques de 8.000 m<sup>3</sup> y 2,40 m para los de 12.000 m<sup>3</sup> donde se concentran los gases.

**Las fuerzas consideradas que actúan sobre el tanque son:**

La velocidad del viento se considera igual a 180 km/h.= 50 m/s

La presión de diseño externa en vacío es de -0.5 kPa.

La sobrecarga de nieve es igual a 0.4 kPa.

La presión de diseño interna debido a los gases es de 1,5 kPa.

La aceleración de cálculo considerada para el análisis sísmico según la zona es de 0.07.

**Por último se definen las características del acero empleado en cada parte del tanque.**

El límite elástico y el límite último del acero S 355 J2 empleado en las virolas son 355 y 470 MPa, respectivamente.

El límite elástico y el límite último del acero S 275 JR empleado en las chapas del fondo del tanque son 275 y 430 MPa, respectivamente.

El límite elástico y el límite último del acero S 275 JR empleado en los elementos de cubierta del tanque son 275 y 430 MPa, respectivamente.

El módulo de elasticidad es 210,000 MPa.

La densidad del acero es 7850 kg/m<sup>3</sup>.

El espesor del cuerpo del tanque requerido será mayor que el espesor de diseño de virola, **td**, incluyendo cualquier sobre-espesor de corrosión, y mayor que el espesor de prueba hidrostática, **tt**, pero no menor que los siguientes:

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Diámetro (m)	Espesor nominal mínimo especificado de la carcasa (mm)	
	Aceros C y C-Mn	Aceros inoxidables
D<4	5	2
4≤D<10	5	3
10≤D<15	5	4
15≤D<30	6	5
30≤D<45	8	6
45≤D<60	8	-
60≤D<90	10	-
90≤D	12	-

**Tabla 10.** Espesor mínimo carcasa tanque según diámetro.

El espesor mínimo será de 6 mm,  $15 \leq D < 30$  m.

Se calcula el número de virolas

Nº virolas= H (depósito)/altura virola  $20/2 = 10$  virolas

**Tensión admisible y gravedad específica.**

La tensión básica de diseño, ***S<sub>d</sub>***, será la menor entre 2/3 de la tensión del límite elástico (***F<sub>y</sub>***) o 2/5 de la resistencia a tracción (***F<sub>u</sub>***).

La tensión básica de prueba hidrostática, ***S<sub>t</sub>***, será la menor entre 3/4 la tensión del límite elástico (***F<sub>y</sub>***) o 3/7 de la resistencia a tracción (***F<sub>u</sub>***).

$$S_d = \min(2/3 \cdot 355, 2/5 \cdot 470) = \min(236,7, 188) = \mathbf{188,0 \text{ Mpa}}$$

$$S_t = \min(3/4 \cdot 355, 3/7 \cdot 470) = \min(263,3, 201,4) = \mathbf{201,4 \text{ Mpa}}$$

La gravedad específica es  $G = 835/1000 = 0,835$

**1.7.3 Cálculos tanque de 8.000 m³.**

El presente tanque tiene un volumen nominal de 8.000 m³ y una altura de 20 metros.

Sin embargo el volumen real del tanque, debido a un margen de seguridad establecido, es:

$$V_{real \ tanque} = V_{\acute{u}til} \cdot 100/96 = \mathbf{8.309 \text{ m}^3}$$

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

$$V_{real\ tanque} = \pi R^2 H$$

$$R=11,50\ m. \quad D=2\cdot R: \quad D=22,68\ m. \quad H= 20\ m$$

### 1.7.3.1 Cálculo del espesor de cada virola.

Para tanques con un diámetro inferior a 61 m, el método de cálculo de los espesores de virola es el “**Método del Pie**”. Para tanques con un diámetro superior a 61 m, el método de diseño utilizado para el cálculo de los espesores de las virolas es el “**Método del Punto Variable**”. En el desarrollo de este proyecto se emplea el primer método.

Otro método de cálculo de los espesores es mediante “**Análisis Elástico**”. Este método se emplea en tanques donde la relación L/H es mayor que 1000/6, y muestra las tensiones circunferenciales calculadas en el cuerpo que son inferiores a las tensiones admisibles. Las condiciones de contorno para este análisis asumen un momento plástico completo causado por la fluencia de la chapa bajo el cuerpo y un crecimiento radial nulo.

El método del pie calcula los espesores requeridos en un punto de diseño situado a 0,3 m sobre el fondo de cada virola. Los espesores mínimos de cada virola serán mayores que los calculados mediante las siguientes expresiones:

$$T_d = (4,9 \cdot D \cdot (H_w - 0,3) \cdot G / S_d) + CA$$

$$T_t = (4,9 \cdot D \cdot (H_w - 0,3) \cdot G / S_t)$$

La altura del nivel del líquido, **H<sub>w</sub>**, para el cálculo del espesor de cada virola se mide desde la parte inferior de la virola objeto de cálculo.

El espesor de cada una de las 10 virolas que componen el cuerpo será el mayor valor obtenido de las siguientes expresiones y será el mínimo estipulado.

Virola 1:

$$T_d = (4,9 \cdot 23 \cdot (20 - 0,3) \cdot 0,835 / 188) + 1 = 10,861\ mm$$

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

$$T_t = (4,9 \cdot 23 \cdot (20 - 0,3) \cdot 1 / 201,4) = 11,024 \text{ mm}$$

A partir de la segunda virola se va restando a la altura 2 m por el número de virolas que hallan debajo de la virola de cálculo.

							D ESP.	Td	Tt	Tt
<b>VIROLA</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>ALTURA T</b>	<b>ALTURA V</b>	<b>Sd</b>	<b>St</b>	<b>G</b>	<b>CORR.</b>	<b>CALCULO</b>	<b>CALCULO</b>	<b>DISEÑO</b>
	(m)	(m)	(m)	Mpa	Mpa	Adimensional	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
<b>1</b>	23	20	2	188	201,4	0,835	1	10,861	11,024	<b>12</b>
<b>2</b>	23	20	2	188	201,4	0,835	1	9,860	9,905	<b>10</b>
<b>3</b>	23	20	2	188	201,4	0,835	1	8,859	8,785	<b>9</b>
<b>4</b>	23	20	2	188	201,4	0,835	1	7,858	7,666	<b>8</b>
<b>5</b>	23	20	2	188	201,4	0,835	1	6,857	6,547	<b>8</b>
<b>6</b>	23	20	2	188	201,4	0,835	1	5,855	5,428	<b>6</b>
<b>7</b>	23	20	2	188	201,4	0,835	1	4,854	4,309	<b>6</b>
<b>8</b>	23	20	2	188	201,4	0,835	1	3,853	3,190	<b>6</b>
<b>9</b>	23	20	2	188	201,4	0,835	1	2,852	2,070	<b>6</b>
<b>10</b>	23	20	2	188	201,4	0,835	1	1,851	0,951	<b>6</b>
<b>Fondo</b>	23	20	2	188	201,4	0,835	2	10,861	11,024	<b>12</b>
<b>Techo</b>	23	0	0	188	201,4	0,835	1	0,850	0,168	<b>6</b>
									Promedio	7,92

**Tabla 11.** Espesor de las virolas tanque de 8.000 <sup>3</sup>.

### 1.7.3.2 Rigidizadores en la envolvente frente al viento.

Según la normativa existen dos maneras de resolver la rigidización de la envolvente del tanque frente al viento. Por un lado, se pueden disponer elementos rigidizadores intermedios y superior que impidan la deformación de las virolas. La otra forma de resolver el problema, la cual es la que se desarrolla en este capítulo, es aumentar el espesor de las virolas para evitar la rigidización de la envolvente, disponiendo únicamente de un rigidizador superior uniendo cuerpo y cubierta.

La altura máxima del tanque que no requiere rigidización intermedia se calcula mediante la ecuación:

$$H_1 = 9,47 \cdot t_{\text{última virola}} \cdot ((t_{\text{última virola}} / D)^3)^{1/2} \cdot (190/v)^2$$

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

$$H_1 = 9,47 * 6 * (6/23)^{3/2} * (190/180)^2 = \mathbf{8,43 \text{ m}}$$

Después de determinar la máxima altura del cuerpo sin rigidizar, la altura del cuerpo transformado será calculada según lo definido a continuación mediante la siguiente expresión, cambiando el ancho real de cada virola por un ancho traspuesto de cada virola que tiene el espesor de la virola superior (más delgada):

$$X_{tr} = \sum_{i=1}^{n_{\text{virola}}} h_i * (t_{\text{última virola}} / t_{\text{actual}})_i^{5/2}$$

$$X_{tr} = 2 * [(6/11,024)^{5/2} + (6/9,86)^{5/2} + (6/8,859)^{5/2} + (6/7,858)^{5/2} + (6/6,857)^{5/2} + 5 * (6/6)^{5/2}] = 2 * (2,617) = \mathbf{6,39 \text{ m.}}$$

Como la altura transformada es menor que la altura máxima sin rigidizar, no es necesario disponer de rigidizadores secundarios y el espesor de las virolas es suficiente para soportar el esfuerzo del viento de 180 km/h en el supuesto de que sople.

### 1.7.3.3 Peso de las virolas componentes del cuerpo.

$$W_i = \rho_{\text{acero}} * \pi * D * \sum t_{\text{actual}} * h_{\text{virola } i} \text{ (kg)}$$

$$W_{\text{virolas}} = 7850 * \pi * 23 * 2 * [(12 + 10 + 9 + 2 * 8 + 5 * 6) / 1000] = \mathbf{87.351,25 \text{ kg5.}}$$

<b><math>W_{\text{cuerpo virolas}} = 87,25 \text{ Tn.}</math></b>
---

**Longitud de las virolas:** La longitud de las virolas varía desde los 6 m y está limitada a una longitud máxima de 8 m. Sus posibles medidas pueden ser: 6; 6,5; 7; 7,5; 8m.

Nº paneles virola	Nº paneles virola	Nº paneles real	Nº pisos	Nº total paneles
$X = 2\pi r / L$	$72,26 / 8 = 9,03$	10	10	100

**Tabla 12.** Nº paneles y dimensiones para virolas del cuerpo exterior.

$$\text{Superficie Lateral virola} = 2 * \pi * R * 2 = 144,51 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie total cuerpo} = 144,51 * 10 = 1.445,14 \text{ m}^2.$$



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se utilizarán chapas de  $8 \times 2 = 16 \text{ m}^2 \text{ Ud.} \cdot 100 \text{ Ud.} = 1.600 \text{ m}^2$ .

#### **1.7.3.4 Diseño del fondo del tanque.**

Las placas de fondo de tanques son fabricadas normalmente de acero con un espesor menor al utilizado para el cuerpo. Esto es posible debido a que el fondo se encuentra soportado por una base de hormigón que soporta el peso de la columna de líquido. Por ello, la función principal del fondo es de lograr un recipiente hermético que impida la filtración del líquido por la base del tanque.

El cálculo del fondo del tanque cumple los requisitos del apartado 5.4, 5.5 y apéndice V.9 de la norma.

Los requisitos de los que depende el diseño del fondo son los siguientes:

- La cimentación sobre la que apoya el tanque.
- El método empleado para evacuar el producto desde el interior del tanque.
- El grado de sedimentación de sólidos en suspensión.
- La corrosión del fondo y el tamaño del tanque.

#### **1.7.3.5 Espesor y anchura de la chapa del fondo del tanque.**

Todas las chapas de fondo tendrán un espesor corroído no menor de 6 mm. A menos que se especifique lo contrario por parte del cliente, todas las placas rectangulares (placas de fondo sobre la que descansa el cuerpo que tiene forma final rectangular) tendrán un ancho nominal no menor de 1800 mm.

El espesor adoptado será de 12 mm.

El tipo de acero empleado en las placas del fondo será S275 JR.

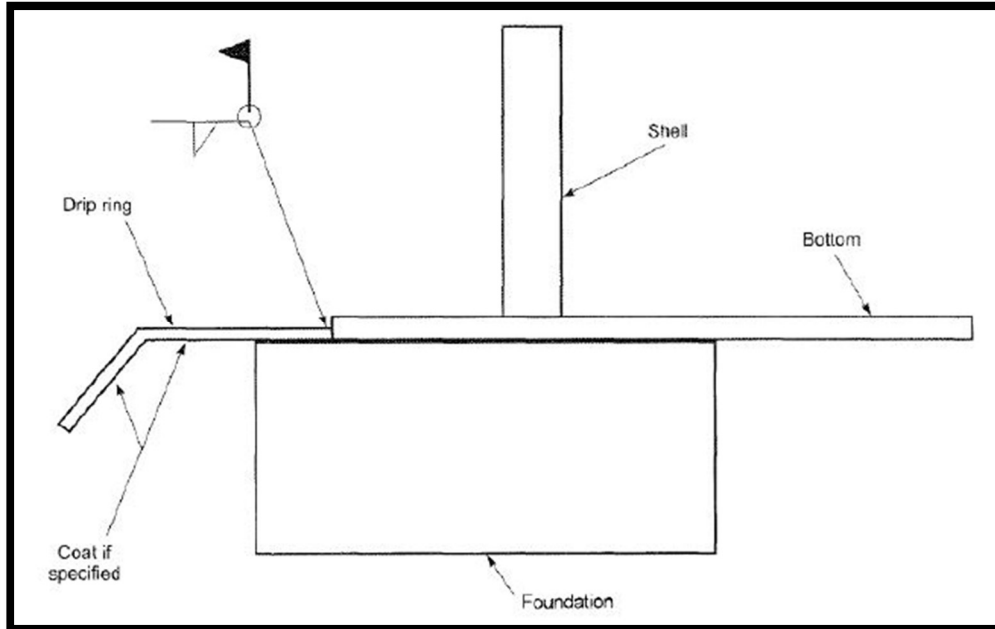
PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**Nomenclatura**

CA	Espesor de sobrecorrosión de virola [mm]
CAf	Espesor de sobrecorrosión de la chapa del fondo [mm]
D	Diámetro del tanque [m]
G	Gravedad específica de diseño del líquido [-]
Hw	Altura del nivel de líquido dentro del depósito [m]
Pe	Presión de diseño externa en vacío [kPa]
Sd	Tensión de diseño del producto [MPa]
St	Tensión de prueba hidrostática [MPa]
tbeff	Espesor adoptado en la chapa anular [mm]
tf,adopt	Espesor adoptado en el fondo del depósito [mm]
tf,min	Espesor mínimo del fondo del depósito, según [1] [mm]
ts	Espesor de la 1ª virola del depósito, situada en la parte inferior [mm]
wchapa	Ancho adoptado en la chapa anular [mm]
Wf	Presión del peso de la placa del fondo por unidad de área [kPa]
wmin	Ancho mínimo de la chapa anular, según API [mm]
Wp	Presión del mínimo producto por unidad de área [kPa]
Wtot	Presión total en el fondo por unidad de área [kPa]
La condición para evitar el levantamiento del fondo es	
$W_{tot} = W_f + W_p \geq  P_e $	

La chapa anular del fondo tendrá un ancho radial de al menos 600 mm entre la parte interna del cuerpo y cualquier junta de solape del resto del fondo. La proyección de dicha chapa anular hacia el exterior del cuerpo del tanque tendrá una longitud mínima de 50 mm según los requisitos definidos anteriormente.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



**Figura 20.** Posición anillo anular fondo del tanque.

Las cargas debido al peso del tanque y a una altura 0,3 m del producto contenido son:

$$W_f = 7850 \cdot (12/1000) \cdot (9,81/1000) = 0,9241 \text{ kPa}$$

$$W_p = (0,835 \cdot 0,3 \cdot 9,81) / 1000 = 2,457 \text{ kPa} \geq |P_e| = |-0,5|$$

$$W_{\text{total}} = 0,9241 + 2,457 = \mathbf{3,38 \text{ kPa}}$$

Se cumple la condición para que no haya levantamiento, es válido el espesor de 12 mm.

El espesor mínimo para el anillo anular se extrae de la **tabla 14**. Su valor depende del espesor de la primera virola y del esfuerzo al que está sometido la misma.

Espesor de la virola de fondo, $t_b$ (mm)	Esfuerzo sobre la virola de fondo (MPa)			
	$\leq 190$	$\leq 210$	$\leq 220$	$\leq 250$
$t_b \leq 19$	6	6	7	9
$19 < t_b \leq 25$	6	7	10	11
$25 < t_b \leq 32$	6	9	12	14
$32 < t_b \leq 40$	8	11	14	17
$40 < t_b \leq 45$	9	13	16	19

**Tabla 13.** Espesor del anillo en función del espesor y esfuerzo primera virola.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

$$S_d = (4,9 \cdot 23 \cdot (20 - 0,3) \cdot 0,835) / (12) = 154,49 \text{ Mpa}$$

$$S_t = (4,9 \cdot 23 \cdot (20 - 0,3)) / 12 = 185,01 \text{ Mpa}$$

$$\text{Esfuerzo sobre la primera virola} = \max(154,49; 185,01) = \mathbf{185,01 \text{ Mpa}}$$

Según la tabla 13 el espesor de anillo anular será de 6 mm + 2 mm corrosión = 8 mm

El ancho mínimo de dicho anillo se calcula:

$$W_{\min} = (215 \cdot T_{\text{beff}}) / (H - G) = 215 \cdot 8 / (20 - 0,835) = 103,4 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$$

Se tomará un valor de 600 mm con un vuelo mínimo de 50 mm

Por tanto el ancho de la chapa del anillo anular será:

$$W_{\text{chapa}} = 600 + 8 + 50 = \mathbf{658 \text{ mm.}}$$

#### 1.7.3.6 Peso de placa fondo.

$$W_2 = \rho_{\text{acero}} \cdot A_h \cdot t_{\text{f adptad}} \text{ (kg)} = 7850 \cdot 415,48 \cdot 12 / 1000 = \mathbf{39.138,22 \text{ kg}}$$

$W_2 \text{ fondo} = \mathbf{39,14 \text{ Tn.}}$
--

#### 1.7.3.7 Peso del anillo anular del fondo.

$$W_{3 \text{ Anillo anula fondo}} = \rho_{\text{acero}} \cdot \pi \cdot D \cdot W_{\text{chapa}} = \text{(kg)}$$

$$W_{3 \text{ Anillo anula fondo}} = 7850 \text{ kg/m}^3 \cdot \pi \cdot 23 \text{ m} \cdot ((0,658 \text{ m}) \cdot (0,008 \text{ m})) = \mathbf{2.985,82 \text{ kg}}$$

$W_{3 \text{ anillo fondo}} = \mathbf{2,98 \text{ Tn}}$
---

#### 1.7.3.8 Peso de la cubierta del tanque.

Consideraciones a tener en cuenta:

Las únicas acciones internas son la presión del líquido y la presión del gas sobre la superficie del líquido.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El nivel de diseño máximo del líquido no es mayor que la parte superior del cuerpo del tanque.

Las siguientes cargas pueden no tenerse en cuenta: cargas inducidas térmicamente, cargas sísmicas, cargas resultantes de conexiones irregulares y cargas de emergencias.

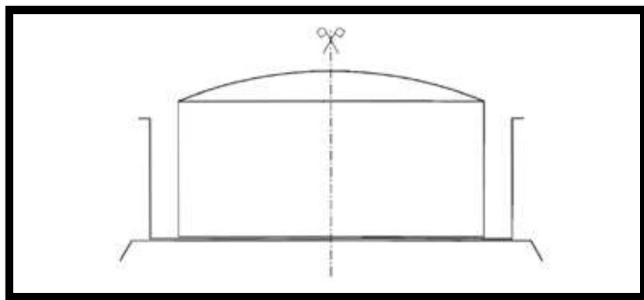
Ninguna virola se construye con un espesor menor que el de la virola superior, excepto para la zona adyacente al anillo del alero.

El valor de diseño del esfuerzo circunferencial en el cuerpo del tanque es menor de 435 MPa.

Para cubiertas esféricas, el radio de curvatura tendrá un valor entre 0.8 y 1.5 veces el diámetro del tanque.

La base está soportada por vigas paralelas próximas entre sí.

El número de ciclos de carga es tal que no hay riesgo de fallo por fatiga.



**Figura 21.** Estructura del tanque.

La cubierta será fija y cónica, apoyada en el centro en una viga central, y con estructura rigidizadora, ya que el cuerpo del tanque no lleva anillo de refuerzo secundario.

El diseño y cálculo de la estructura tiene en cuenta los esfuerzos de flexión y corte, producidos por una carga uniformemente repartida ocasionada por el peso de las placas de cubierta, estructura rigidizadores y anillos circunferenciales, debido a lo cual las placas de cubierta se consideran vigas articuladas.

El tipo de acero empleado para los elementos de cubierta es S 275 JR.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**Las tensiones básicas de cálculo, de diseño y de prueba hidrostática** respectivamente, para el acero empleado son:

La tensión básica de diseño, **S<sub>dr</sub>**, será la menor entre 2/3 de la tensión del límite elástico (**F<sub>yr</sub>**) o 2/5 de la resistencia a tracción (**F<sub>ur</sub>**).

La tensión básica de prueba hidrostática, **S<sub>tr</sub>**, será la menor entre 3/4 la tensión del límite elástico (**F<sub>yr</sub>**) o 3/7 de la resistencia a tracción (**F<sub>ur</sub>**).

$$S_{dr} = \min(2/3 \cdot 275, 2/5 \cdot 430) = \min(183,3, 172) = 172,0 \text{ Mpa}$$

$$S_{tr} = \min(3/4 \cdot 275, 3/7 \cdot 430) = \min(206,3, 184,3) = 184,3 \text{ Mpa}$$

La tensión admisible = **172,0 Mpa**

Antes de realizar el dimensionado de la estructura, se calculan los parámetros relacionados con la geometría de la cubierta.

$$R_c = 1,5 \cdot D = 1,5 \cdot 23 = 34,54 \text{ m} \quad (\text{radio de curvatura})$$

$$\theta = \arcsen(D/2 \cdot R_c) = \arcsen(23/2 \cdot 34,54) = 19,47^\circ$$

$$\theta_2 = \arcsen[(0,1 \cdot 23)/(2 \cdot 34,54) = 1,908$$

$$H_{\text{roof}} = 34,54 \cdot (1 - \cos(19,47)) = \mathbf{1,975 \text{ m.}} \quad (\text{Altura del techo desde última virola})$$

El espesor de la chapa para cubierta esférica no será mayor de 13 mm ni menor que 3 mm para acero inoxidable o menor e 5 mm para el resto de aceros.

El espesor adoptado para la chapa de cubierta incluyendo el sobre-espesor de corrosión es de 6 mm.

Area de la chapa de cubierta en verdadera magnitud:

$$A_{\text{Casq}} = 2 \cdot \pi \cdot R_c \cdot H_{\text{roof}} = \mathbf{428,62 \text{ m}^2}.$$

$$\text{Area de la chapa de cubierta en proyección} = \pi \cdot 23^2 / 4 = \mathbf{415,48 \text{ m}^2}.$$

$$L_{\text{vigas}} = 2 \cdot \pi \cdot (19,47 - 1,90) \cdot 34,54 / 360 = \mathbf{10,59 \text{ m.}}$$

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### Optimización del Perfil de Cubierta y el Número de Vigas

Para obtener el perfil para el rigidizador de cubierta adecuado y el número de vigas necesaria se ha implantado un bucle en el archivo “cubierta” en Matlab, que recorre cada uno de los 22 perfiles IPE introducidos del catálogo de Arcelor Mittal.

Las condiciones impuestas para la elección del perfil son las siguientes:

- El momento de inercia del perfil IPE debe ser mayor o igual al momento de inercia mínimo requerido según el *EN 1993 Part 4-2*.
- La tensión máxima a la que está sometida la viga debe ser inferior a la tensión admisible del límite elástico, según el criterio de límite elástico.
- El número de vigas de cubierta debe ser menor o igual al número máximo de rigidizadores. Para calcular el nº máximo de rigidizadores el soporte central tendrá un diámetro 0,1 veces el diámetro del tanque.
- $N_{\text{rigi máx}} = \pi \cdot (0,1 \cdot D) / 2 \cdot (b/100)$ ; b es el ancho de perfil adoptado=10 cm  
 $N^{\circ} \text{ vigas} \leq N_{\text{rig máx}}$
- La separación de entre rigidizadores en el punto de conexión con la pared del tanque será menor o igual de 3,25m. Separación =  $2 \cdot \pi \cdot (D/2) / n^{\circ} \text{ vigas} \leq 3,25$ .

Cálculos	Perfiles IPE					
	200	220	240	270	300	330
$N_{\text{vigas óptimas}}$	44	34	26	20	15	12
$Q_c$ [kN]	151.12	136.59	122.39	110.70	97.06	90.34
$g_R$ [kPa]	0.166	0.150	0.135	0.122	0.107	0.100
$g_H$ [kPa]	0.476	0.476	0.476	0.476	0.476	0.476
$p_1$ [kPa]	1.676	1.676	1.676	1.676	1.676	1.676
$p_2$ [kPa]	0.376	0.376	0.376	0.376	0.376	0.376
$P$ [kPa]	1.676	1.676	1.676	1.676	1.676	1.676
$p_{v,Ed}$ [kPa]	1.842	1.826	1.811	1.798	1.783	1.776
$\beta$	0.0714	0.0924	0.1208	0.1571	0.2094	0.2618
$P_{Ed}$ [kN]	38.018	48.772	63.233	81.619	107.915	134.335
$N_{Ed}$ [kN]	83.002	106.481	138.052	178.192	235.603	293.282
$M_{max}$ [mkN]	21.316	27.880	36.116	46.583	57.947	76.573
$\varepsilon$	0.2144	0.1928	0.1781	0.1545	0.1415	0.1251
$M_{Ed}$ [mkN]	27.135	34.540	43.940	55.094	67.501	87.520
$M_S$ [mkN]	24.443	30.516	38.853	48.750	63.483	77.537
$I_{y,min}$ [cm <sup>4</sup> ]	1157.36	1484.74	1924.96	2484.66	3285.19	4089.45
$\sigma_{max}$ [MPa]	168.99	168.94	170.92	167.25	164.98	169.60
$\sigma_{adm}$ [MPa]	172	172	172	172	172	172

**Tabla 14.** Características I del perfil IPE 220

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El perfil IPE 220 cumple las condiciones impuestas.

- a) El  $I_{y IEP} \geq I_{m\acute{i}ni}$   $1.943,0 \text{ cm}^4 \geq \mathbf{1.484,74 \text{ cm}^4}$ .
- b) La tensión admisible es  $\leq$  tensión máxima.  $172 \text{ Mpa} = \mathbf{172 \text{ Mpa}}$
- c) Con un número de vigas de **34 vigas**

$N^{\circ} \text{ vigas} = 34 \leq N_{\text{rig m}\acute{a}x} = \pi * (0,1 * 23) / 2 * (10/100) = 36,13 \text{ n}^{\circ} \text{ m}\acute{a}x. \text{ de rigidizadores.}$

$\text{Separación} = 2 * \pi * (D/2) / n^{\circ} \text{ vigas} \leq 3,25 ;$

$\text{Separación} = 2 * \pi * (23/2) / 34 = 2,12 \text{ m.} \leq 3,25 ;$

Por tanto se colocarán **34 vigas**, separadas 2,12 m

$W_{\text{placa cubierta}} = 7850 * A_h * (\text{espesor}/1000) = 7850 * 415,48 * (3/1000) = 9.784,55 \text{ kg}$

**W4 placa cubierta = 9,7Tn.**

### 1.3.7.9 Peso estructura rigidizadora.

Perfil	Dimensiones							Términos de la sección										Agujeros			Peso p kg/m
	h m m	b m m	e m m	e <sub>1</sub> m m	r m m	h <sub>1</sub> m m	u mm	A cm	S <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>a</sub> cm <sup>6</sup>	w m m	a m m	e <sub>2</sub> mm	
IPE 80	80	46	3,8	5,2	5	60	328	7,64	11,6	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05	0,721	118	-	-	3,8	6,00
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	75	400	10,3	19,7	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24	1,140	351	-	-	4,1	8,10
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7	93	475	13,2	30,4	318	53,0	4,90	27,7	8,65	1,45	1,770	890	35	-	4,4	10,4
IPE 140	140	73	4,7	6,9	7	112	551	16,4	44,2	541	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65	2,630	1981	40	11	4,7	12,9
IPE 160	160	82	5,0	7,4	9	127	623	20,1	61,9	869	109	6,58	68,3	16,7	1,84	3,640	3959	44	13	5	15,8
IPE 180	180	91	5,3	8,0	9	146	698	23,9	83,2	1320	146	7,42	101	22,2	2,05	5,060	7431	48	13	5,3	18,8
IPE 200	200	100	5,6	8,5	12	159	788	28,5	110	1940	194	8,26	142	28,5	2,24	6,670	12990	52	13	5,6	22,4
IPE 220	220	110	5,9	9,2	12	178	848	33,4	143	2770	252	9,11	205	37,3	2,48	9,150	22670	58	17	5,9	26,2
IPE 240	240	120	6,2	9,8	15	190	922	39,1	183	3890	324	9,97	284	47,3	2,69	12,00	37390	65	17	6,2	30,7
IPE 270	270	135	6,6	10,2	15	220	1040	45,9	242	5790	429	11,2	420	62,2	3,02	15,40	70580	72	21	6,6	36,1

**Tabla 15.** Perfil IPE 220 estructura soporte cubierta e IPE

G<sub>vigas</sub> Peso por unidad de longitud del perfil IP220 [kg/m].



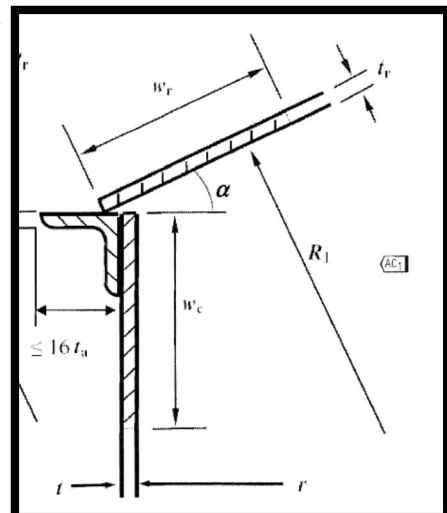
PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

$$W5.1 \text{ Estr. rigidizadora} = N^{\circ} \text{ vigas} * G_{\text{vigas}} * L_{\text{vigas}} = 34 * 26,2 * 10,59 = 7.116 \text{ k} = \mathbf{9.433,57 \text{ kg.}}$$

<b>W5 Estr.rigidizadora = 13,51 Tn.</b>
---

### 1.3.7.10 Peso anillo circunferencial de la unión cubierta-cuerpo.

Perfil L	Área (mm <sup>2</sup> )	H (mm)	B (mm)	t (mm)	G (kg/m)	i <sub>y</sub> (mm)
25x25x4	185	25	25	4	1.45	7.40
30x30x4	227	30	30	4	1.78	8.92
35x35x4	267	35	35	4	2.09	10.50
40x40x4	308	40	40	4	2.42	12.10
45x45x4	349	45	45	4	2.74	13.60
50x50x5	480	50	50	5	3.77	15.10
55x55x5	532	55	55	5	4.18	16.60
60x60x5	582	60	60	5	4.57	18.20
65x65x7	870	65	65	7	6.83	19.60
70x70x7	940	70	70	7	7.38	21.20
75x75x7	1010	75	75	7	7.93	22.80
80x80x7	1080	80	80	7	8.49	24.40
90x90x7	1220	90	90	7	9.61	27.50
100x100x7	1370	100	100	7	10.7	30.60
110x110x10	2120	110	110	10	16.6	33.50
120x120x10	2320	120	120	10	18.2	36.70
130x130x10	2520	130	130	10	19.8	39.90
150x150x12	3480	150	150	12	27.3	46.00
160x160x14	4320	160	160	14	33.9	48.90
180x180x14	4880	180	180	14	38.3	55.30
200x200x17	6550	200	200	17	51.4	61.40
250x250x21	10100	250	250	21	79.2	77.10



**Tabla 16.** Perfil L 80x80x7

**Figura 22.** Áreas de participación en el anillo circunferencial de compresión.

Longitud de la cubierta dentro de la región del anillo.

$$W_r = 0,6 * (R_c * (t_r - CR))^{1/2} = 0,6 (34,54 * 1000 * (6-1))^{1/2} = 249,34 \text{ mm.}$$

Longitud del cuerpo del tanque dentro de la región del anillo.

$$W_c = 0,6 * (D/2 * (t_{\text{última virola}} - CA))^{1/2} = 0,6 * (23/2 * 1000 * (6-1))^{1/2} = 143,87 \text{ mm.}$$

Superficie participación de la cubierta en la unión cubierta-cuerpo.

$$A_{p1} = 249,34 * (6-1) = 1.246,7 \text{ mm}^2.$$

$$A_{p2} = 143,87 * (6-1) = 719,35 \text{ mm}^2.$$

$$W_{\text{anillo}} = \pi * D * G$$

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

$$W_{\text{anillo}} = \pi \cdot 23 \cdot 2,09 = 151,02 \text{ kg}$$

**W6 anillo unión cuerpo-cubierta = 0,151Tn.**

### 1.3.7.11 Peso anillos arriostramiento de cubierta.

Perfil L	Área (mm <sup>2</sup> )	H (mm)	B (mm)	t (mm)	G (kg/m)	i <sub>y</sub> (mm)
25x25x4	185	25	25	4	1.45	7.40
30x30x4	227	30	30	4	1.78	8.92
35x35x4	267	35	35	4	2.09	10.50
40x40x4	308	40	40	4	2.42	12.10
45x45x4	349	45	45	4	2.74	13.60
50x50x5	480	50	50	5	3.77	15.10
55x55x5	532	55	55	5	4.18	16.60
60x60x5	582	60	60	5	4.57	18.20
65x65x7	870	65	65	7	6.83	19.60
70x70x7	940	70	70	7	7.38	21.20
75x75x7	1010	75	75	7	7.93	22.80
80x80x7	1080	80	80	7	8.49	24.40
90x90x7	1220	90	90	7	9.61	27.50
100x100x7	1370	100	100	7	10.7	30.60
110x110x10	2120	110	110	10	16.6	33.50
120x120x10	2320	120	120	10	18.2	36.70
130x130x10	2520	130	130	10	19.8	39.90
150x150x12	3480	150	150	12	27.3	46.00
160x160x14	4320	160	160	14	33.9	48.90
180x180x14	4880	180	180	14	38.3	55.30
200x200x17	6550	200	200	17	51.4	61.40
250x250x21	10100	250	250	21	79.2	77.10

**Tabla 17. Perfil L 50x50x5**

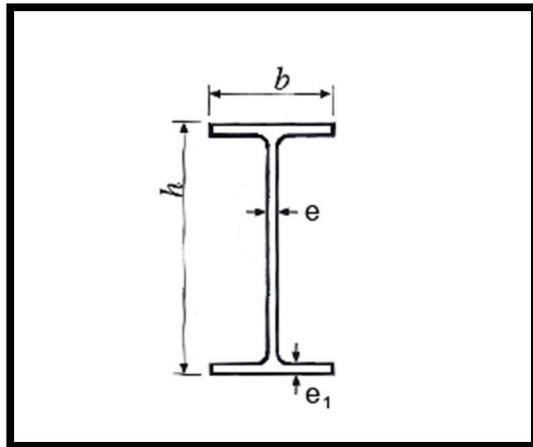
$$W_{\text{arriostramiento}} = L_{\text{arriostramiento}} \cdot G_{\text{arriostramiento}} \cdot N^{\circ} \text{ anillos} = 2\pi r \cdot 3,77 \cdot 3 = 817,22 \text{ kg.}$$

Los 3 anillos estarán separados entre sí, 5,75 m desde la cúspide hasta el perímetro.

**W7 arriostramiento = 0,82Tn.**

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**1.3.7.12 Peso soporte central y lateral de cubierta.**



**Figura 23.** Perfil soporte central de la cubierta.

TABLA DE CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL IPE																		
PERFILES	DIMENSIONES	TÉRMINOS DE SECCIÓN	REFERIDO EN EL EJE XX	Referers EN EL EJE YY														
	h	b	y	e1	r	h1	uno	A	It	ya	sx	ix	wx	ix	ey	Wy	ey	PESO
(Mm)	(Mm)	(Mm)	(Mm)	(Mm)	(Mm)	(Mm)	(Cm2)	(Cm4)	(Cm6)	(Cm3)	(Cm4)	(Cm3)	(Cm)	(Cm4)	(Cm3)	(Cm)	(Kg / mL)	
IPE-80	80	46	3,8	5,2	5	60	328	7,64	0,721	118	11,6	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05	6,15
IPE-100	100	55	4,1	5,7	7	75	400	10,30	1,140	351	19,7	171,0	34,2	4,07	15,90	5,79	1,24	8,30
IPE-120	120	64	4,4	6,3	7	93	475	13,20	1,770	890	30,4	318,0	53,0	4,90	27,70	8,65	1,45	10,66
IPE-140	140	73	4,7	6,9	7	112	551	16,40	2,630	1,981	44,2	541,0	77,3	5,74	44,90	12,30	1,65	13,22
IPE-160	160	82	5,0	7,4	9	127	623	20,10	3,640	3959	61,9	869,0	109,0	6,58	68,30	16,70	1,84	16,20
IPE-180	180	91	5,3	8,0	9	146	698	23,90	5,060	7431	83,2	1320,0	146,0	7,42	101,00	22,20	2,05	19,27
IPE-200	200	100	5,6	8,5	12	159	788	28,50	6,670	12990	110,0	1940,0	194,0	8,26	142,00	28,50	2,24	22,96
IPE-220	220	110	5,9	9,2	12	178	848	33,40	9,150	22670	143,0	2770,0	252,0	9,11	205,00	37,30	2,48	26,86
IPE-240	240	120	6,2	9,8	15	190	922	39,10	12,000	37390	183,0	3890,0	324,0	9,97	284,00	47,30	2,69	31,47
IPE-270	270	135	6,6	10,2	15	220	1040	45,90	15,400	70580	242,0	5790,0	429,0	11,20	420,00	62,20	3,02	37,00
IPE-300	300	150	7,1	10,7	15	249	1160	53,80	20,100	125900	314,0	8360,0	557,0	12,50	604,00	80,50	3,35	43,26
IPE-330	330	160	7,5	11,5	18	271	1250	62,60	26,500	199.100	402,0	11770,0	713,0	13,70	788,00	98,50	3,55	50,33
IPE-360	360	170	8,0	12,7	18	299	1.350	72,70	37.300	313600	510,0	16270,0	904,0	15,00	1040,00	123,00	3,79	58,53
IPE-400	400	180	8,6	13,5	21	331	1470	84,50	48.300	490000	654,0	23130,0	1160,0	16,50	1320,00	146,00	3,95	67,96
IPE-450	450	190	9,4	14,6	21	379	1610	98,80	65.900	791000	851,0	33740,0	1500,0	18,50	1680,00	176,00	4,12	79,54
IPE-500	500	200	10,2	16,0	21	426	1740	116,00	91.800	1249000	1100,0	48200,0	1930,0	20,40	2140,00	214,00	4,31	92,97
IPE-550	550	210	11,1	17,2	24	468	1880	134,00	122000	1884000	1390,0	67120,0	2440,0	22,30	2670,00	254,00	4,45	108,65
IPE-600	600	220	12,0	19,0	24	514	2010	155,00	172000	2846000	1760,0	92080,0	3070,0	24,30	3390,00	308,00	4,66	125,05

**Tabla 18.** Características perfil IPE 220 utilizado.

IPE-500; soporte central para T1 y T4 de D= 23 m.;  $92,97\text{kg/m} \times 21,975\text{m} = 2.043,01\text{kg}$

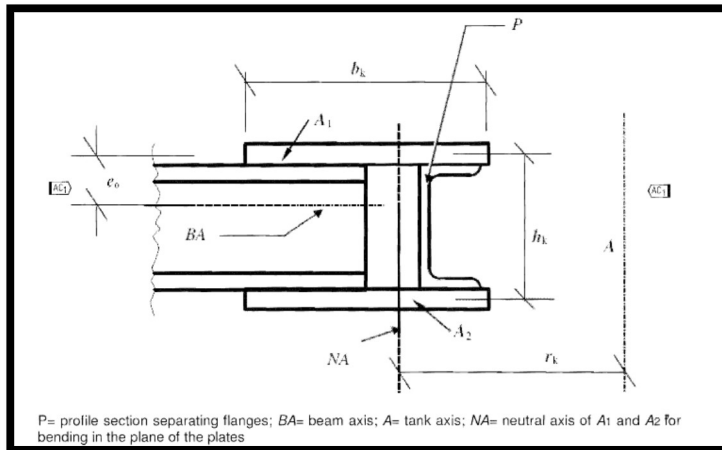
IPE-270; 8 soportes laterales para T1 y T4 de D= 23 m.;  $37,00\text{ kg/m} \times 20\text{m} \times 8 = 5.920,00\text{kg}$

Para tanques de 12.000 m<sup>3</sup>.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

IPE-550; soporte central para T2 y T3 de D= 28 m.; 108,65 kg/m\*21,975 m=2.373,3 kg

IPE-300; 8 soportes laterales para T2 y T3 de D= 28 m.; 43,26 kg/m\*20m\*8=6.921,6 kg



**Figura 24.** Sección soporte central de la cubierta.

**W8 soporte central y 8 pilares laterales = 7,96 Tn.**

### 1.3.7.13 Cargas y momento por viento.

Cargas debidas al viento:

Presión horizontal debida al viento:  $W_h$

$$W_h = 0,86(V_{\text{viento}}/160) = 0,967 \text{ kPa} = \mathbf{98 \text{ kg/m}^2}$$

Presión vertical debida al viento:  $W_v$

$$W_v = 1,44(V_{\text{viento}}/160) = 1,62 \text{ kPa} = \mathbf{165 \text{ kg/m}^2}$$

Momento de vuelco por viento  $M_{\text{viento}}$

$$M_{\text{viento}} = [W_v * [\pi(D/2)^2] (D/2) * 1000] + [W_h * (DH) * (H/2) * 1000] = \mathbf{3.956.598 \text{ Nm}}$$

$$\mathbf{\text{Peso por efecto del viento} = 428,62 \text{ m}^2 * (98 \text{ kg/m}^2 + 165 \text{ kg/m}^2) = 112.727,06 \text{ kg}}$$

Momento de vuelco por presión interior:  $M_{Pi}$

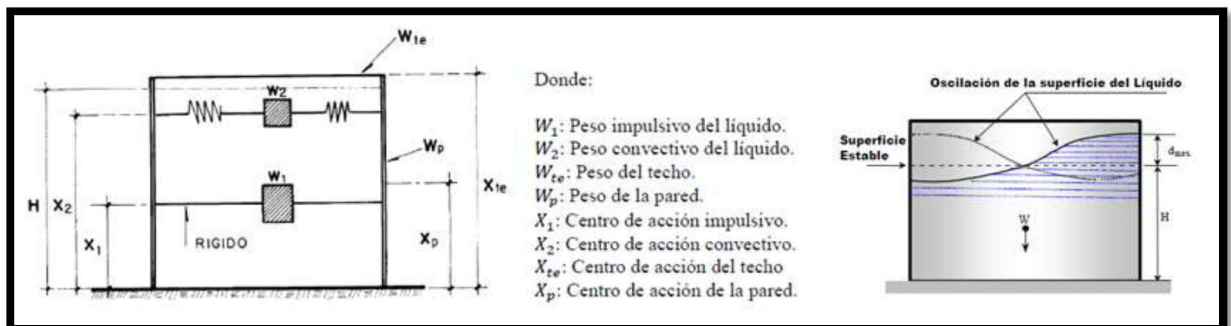
PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Presión interior (-5Kpa) Se considera 2 KPa.

Diámetro: 23m

$$M_{pi} = P_i \cdot (\pi \cdot (D/2)^2 \cdot D/2 \cdot 1000) = 23.877.737,5 \text{ Nm}$$

#### 1.3.7.14 Cargas y momento por sismo.



**Figura 25.** Movimientos en el tanque provocados por sismo.

#### Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta

Los valores que se muestran en las siguientes tablas no están ajustados por el factor de modificación calculado en el apartado 'Corrección por cortante basal'.

Hipótesis sísmica: Sismo X1

Planta	$Q_x$ (t)	$F_{eq,X}$ (t)	$Q_y$ (t)	$F_{eq,Y}$ (t)
CUBIERTA DEPOSITO	23.5311	23.5311	6.3971	6.3971
Forjado 5	40.2596	19.6083	8.6273	4.3298
Forjado 4	55.3275	18.9764	11.3075	5.5000
Forjado 3	67.8760	17.7730	13.7646	4.4802
Forjado 2	77.9344	19.0578	15.4653	6.8325
Coronacion CUBETO	82.7036	10.4627	17.3900	4.7984

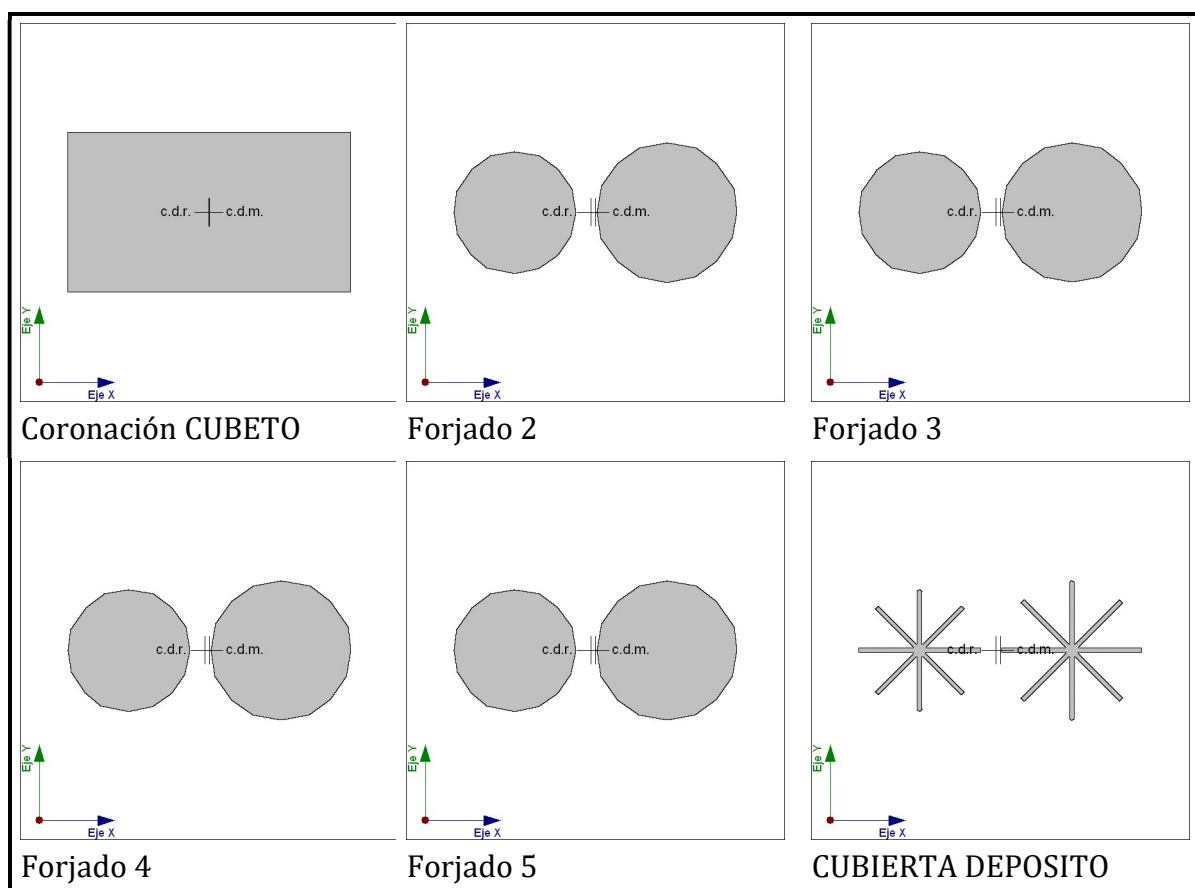
**Tabla 19.** Cortantes y fuerzas sísmicas eje x.

Hipótesis sísmica: Sismo Y1

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Planta	$Q_x$ (t)	$F_{eq,X}$ (t)	$Q_y$ (t)	$F_{eq,Y}$ (t)
CUBIERTA DEPOSITO	6.3758	6.3758	22.6919	22.6919
Forjado 5	8.5983	4.3492	38.7610	18.8850
Forjado 4	11.3214	5.4067	53.1566	18.4161
Forjado 3	13.7999	4.4421	65.1826	17.1935
Forjado 2	15.4810	6.7624	74.8488	18.5711
Coronacion CUBETO	17.4019	4.7960	79.4443	10.2186

**Tabla 20.** Cortantes y fuerzas sísmicas eje y.



**Figura 26.** Representación gráfica del C.d.M y centro de rigidez.

#### 1.7.4 Cálculos tanque de 12.000 m<sup>3</sup>



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El cálculo del tanque de 12.000m<sup>3</sup> es similar al descrito para el de 8.000 m<sup>3</sup>.

Hay algunas variaciones en los valores de espesor de las virolas y sus dimensiones, así como la longitud y peso de las vigas de la cubierta. Por tanto se procede a calcularlos.

							D ESP.	Td	Tt	Tt
VIROLA	DIAMETRO	ALTURA T	ALTURA V	Sd	St	G	CORR.	CALCULO	CALCULO	DISEÑO
	(m)	(m)	(m)	Mpa	Mpa	Adimensional	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	28	20	2	188	201	0,835	1	13,005	13,420	14
2	28	20	2	188	201	0,835	1	11,786	12,058	13
3	28	20	2	188	201	0,835	1	10,567	10,695	11
4	28	20	2	188	201	0,835	1	9,348	9,333	10
5	28	20	2	188	201	0,835	1	8,130	7,970	10
6	28	20	2	188	201	0,835	1	6,911	6,608	8
7	28	20	2	188	201	0,835	1	5,692	5,245	6
8	28	20	2	188	201	0,835	1	4,473	3,883	6
9	28	20	2	188	201	0,835	1	3,255	2,521	6
10	28	20	2	188	201	0,835	1	2,036	1,158	6
Fondo	28	20	2	188	201	0,835	2	13,005	13,420	14
Techo	28	0	0	188	201	0,835	1	0,817	0,204	6
									Promedio	9,1667

**Tabla 21.** Espesor de las virolas tanque 12.000 m.<sup>3</sup>

Antes de realizar el dimensionado de la estructura, se calculan los parámetros relacionados con la geometría de la cubierta.

$$R_c = 1,5 \cdot D = 1,5 \cdot 28 = 42 \text{ m} \quad (\text{radio de curvatura})$$

$$\theta = \arcsen(D/2 \cdot R_c) = \arcsen(28/2 \cdot 42) = 19,47^\circ$$

$$\theta_2 = \arcsen [(0.1 \cdot 28)/(2 \cdot 42) = 1,908$$

$$H_{\text{roof}} = 42 \cdot (1 - \cos(19,47)) = \mathbf{2,40 \text{ m.}} \quad (\text{Altura del techo desde última virola})$$

El espesor de la chapa para cubierta no será mayor de 13 mm ni menor que 3 mm para acero inoxidable o menor e 5 mm para el resto de aceros.

El espesor adoptado para la chapa de cubierta incluyendo el sobre-espesor de corrosión es de 6 mm.

Area de la chapa de cubierta en verdadera magnitud:

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

$$A_{Casq} = 2 \cdot \pi \cdot R_c \cdot H_{roof} = \mathbf{633,35 \text{ m}^2}.$$

$$\text{Area de la chapa de cubierta en proyección} = \pi \cdot 28^2 / 4 = \mathbf{615,75 \text{ m}^2}.$$

$$L_{vigas} = 2 \cdot \pi \cdot (19,47 - 1,91) \cdot 42 / 360 = \mathbf{12,88 \text{ m}}.$$

### Optimización del Perfil de Cubierta y el Número de Vigas

Para obtener el perfil para el rigidizador de cubierta adecuado y el número de vigas necesaria se ha implantado un bucle en el archivo “cubierta” en Matlab, que recorre cada uno de los 22 perfiles IPE introducidos del catálogo de Arcelor Mittal.

Las condiciones impuestas para la elección del perfil son las siguientes:

- f) El momento de inercia del perfil IPE debe ser mayor o igual al momento de inercia mínimo requerido según el *EN 1993 Part 4-2*.
- g) La tensión máxima a la que está sometida la viga debe ser inferior a la tensión admisible del límite elástico, según el criterio de límite elástico.
- h) El número de vigas de cubierta debe ser menor o igual al número máximo de rigidizadores. Para calcular el n° máximo de rigidizadores el soporte central tendrá un diámetro 0,1 veces el diámetro del tanque.

$$N_{rigi \text{ máx}} = \pi \cdot (0,1 \cdot D) / 2 \cdot (b / 100), \quad b \text{ es el ancho de perfil adoptado} = 10 \text{ cm}$$

$$N^{\circ} \text{ vigas} \leq N_{rig \text{ máx}}$$

- i) La separación de entre rigidizadores en el punto de conexión con la pared del tanque será menor o igual de 3,25m. Separación =  $2 \cdot \pi \cdot (D/2) / n^{\circ} \text{ vigas} \leq 3,25$ .

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Cálculos	Perfiles IPE					
	200	220	240	270	300	330
N <sub>vigas óptimas</sub>	44	34	26	20	15	12
Q <sub>c</sub> [kN]	151.12	136.59	122.39	110.70	97.06	90.34
gR [kPa]	0.166	0.150	0.135	0.122	0.107	0.100
gH [kPa]	0.476	0.476	0.476	0.476	0.476	0.476
p <sub>1</sub> [kPa]	1.676	1.676	1.676	1.676	1.676	1.676
p <sub>2</sub> [kPa]	0.376	0.376	0.376	0.376	0.376	0.376
P [kPa]	1.676	1.676	1.676	1.676	1.676	1.676
p <sub>v,Ed</sub> [kPa]	1.842	1.826	1.811	1.798	1.783	1.776
β	0.0714	0.0924	0.1208	0.1571	0.2094	0.2618
P <sub>Ed</sub> [kN]	38.018	48.772	63.233	81.619	107.915	134.335
N <sub>Ed</sub> [kN]	83.002	106.481	138.052	178.192	235.603	293.282
M <sub>max</sub> [mkN]	21.316	27.880	36.116	46.583	57.947	76.573
ε	0.2144	0.1928	0.1781	0.1545	0.1415	0.1251
M <sub>Ed</sub> [mkN]	27.135	34.540	43.940	55.094	67.501	87.520
M <sub>S</sub> [mkN]	24.443	30.516	38.853	48.750	63.483	77.537
I <sub>y,min</sub> [cm <sup>4</sup> ]	1157.36	1484.74	1924.96	2484.66	3285.19	4089.45
σ <sub>max</sub> [MPa]	168.99	168.94	170.92	167.25	164.98	169.60
σ <sub>adm</sub> [MPa]	172	172	172	172	172	172

**Tabla 22.** Características I del perfil IPE 220

El perfil IPE 220 cumple las condiciones impuestas.

- d) El  $I_{y\text{ IEP}} \geq I_{\text{mín}}$        $1.943,0 \text{ cm}^4 \geq \mathbf{1.484,74 \text{ cm}^4}$ .
- e) La tensión admisible es  $\leq$  tensión máxima.  $172 \text{ Mpa} = \mathbf{172 \text{ Mpa}}$
- f) Con un número de vigas de **34 vigas**

$N^\circ \text{ vigas} = 34 \leq N_{\text{rig máx}} = \pi * (0,1 * 23) / 2 * (10 / 100) = 43,98$  n° máx. de rigidizadores.

$\text{Separación} = 2 * \pi * (D / 2) / n^\circ \text{ vigas} \leq 3,25$  ;

$\text{Separación} = 2 * \pi * (28 / 2) / 34 = 2,60 \text{ m.} \leq 3,25$  ;

Por tanto se colocarán **34 vigas**, separadas 2,60 m

$W_{4 \text{ placa cubierta}} = 7850 * A_h * (\text{espesor} / 1000) = 7850 * 615,75 * (6 / 1000) = 29.001,82 \text{ kg}$

**$W_{4 \text{ placa cubierta}} = 29,57 \text{ Tn.}$**

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Perfil	Dimensiones							Términos de la sección										Agujeros			Peso p kp/ m
	h mm	b mm	e mm	e <sub>1</sub> mm	r mm	h <sub>1</sub> mm	u mm	A cm	S <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>a</sub> cm <sup>6</sup>	w mm	a mm	e <sub>2</sub> mm	
IPE 80	80	46	3,8	5,2	5	60	328	7,64	11,6	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05	0,721	118	-	-	3,8	6,00
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	75	400	10,3	19,7	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24	1,140	351	-	-	4,1	8,10
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7	93	475	13,2	30,4	318	53,0	4,90	27,7	8,65	1,45	1,770	890	35	-	4,4	10,4
IPE 140	140	73	4,7	6,9	7	112	551	16,4	44,2	541	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65	2,630	1981	40	11	4,7	12,9
IPE 160	160	82	5,0	7,4	9	127	623	20,1	61,9	869	109	6,58	68,3	16,7	1,84	3,640	3959	44	13	5	15,8
IPE 180	180	91	5,3	8,0	9	146	698	23,9	83,2	1320	146	7,42	101	22,2	2,05	5,060	7431	48	13	5,3	18,8
IPE 200	200	100	5,6	8,5	12	159	788	28,5	110	1940	194	8,26	142	28,5	2,24	6,670	12990	52	13	5,6	22,4
IPE 220	220	110	5,9	9,2	12	178	848	33,4	143	2770	252	9,11	205	37,3	2,48	9,150	22670	58	17	5,9	26,2
IPE 240	240	120	6,2	9,8	15	190	922	39,1	183	3890	324	9,97	284	47,3	2,69	12,00	37390	65	17	6,2	30,7
IPE 270	270	135	6,6	10,2	15	220	1040	45,9	242	5790	429	11,2	420	62,2	3,02	15,40	70580	72	21	6,6	36,1

**Tabla 23.** Perfil IPE 220 estructura soporte cubierta e IPE

G<sub>vigas</sub> Peso por unidad de longitud del perfil IP220 [kg/m].

$$W5.1_{\text{Estr. rigidizadora}} = N^{\circ} \text{ vigas} * G_{\text{vigas}} * L_{\text{vigas}} = 34 * 26,2 * 12,88 = 11.473,50 \text{kg.}$$

$$W5 \text{ Estr.rigidizadora} = 11,47 \text{Tn.}$$

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 1.7.5 Tabla resumen cálculos tanques

Densidad Grava/gravilla (Kg/m <sup>3</sup> )	1.700	1.700
P. específico medio gasóleo (Kg/m <sup>3</sup> )	835	780
P. específico medio agua (Kg/m <sup>3</sup> )	1.000	1.000
Diámetro nominal. depósito (m)	23	28
Altura total virolas (m)	20	20
Altura carga útil (m)	20	20
Capacidad nominal almacenamiento. (m <sup>3</sup> )	8.308	12.313
Tensión adm. terreno (Tn/m <sup>2</sup> )	20	20
Espes. medio chapa cálc. (m)	0,0079	0,0092
Diámetro ext. cimentac. (m)	26,80	32,70
Superficie apoyo (m <sup>2</sup> )	564,11	839,82
Canto losa apoyo (m)	0,60	0,60
Canto relleno grava (m)	0,50	0,50

Tanque	T1 D=23 m	T2 D= 28 m	T3 D=28 m	T4 D= 23 m
Volumen (m3)	8.000,00	12.000,00	12.000,00	8.000,00
W1 Peso Virolas (Tn)	87,35	138,10	138,10	87,35
W2 Peso placa fondo (Tn)	39,14	67,67	67,67	39,14
W3 Peso anillo fondo (Tn)	2,99	3,63	3,63	2,99
W4 Peso placa cubierta (Tn)	9,78	14,50	14,50	9,78
W5 Peso estructura rigidizadora (Tn)	13,51	16,54	16,54	13,51
W6 Peso anillo unión cuerpo-cubierta (Tn)	0,15	0,18	0,18	0,15
W7 Peso arriostramiento (Tn)	0,82	1.00	1.00	0,82
W8 Soportes central y 8 laterales (Tn)	7,96	9,29	9,29	7,96
Peso uso (Tn)	6.938,46	10.283,09	9.605,76	6.481,43
Peso hidráulico (Tn)	8.309,53	12.315,07	12.315,07	8.309,53
Peso cimentación (Tn)	1.278,26	1.903,03	1.903,03	1.278,26
Peso total (Tn)	9.749,49	14.468,03	14.468,03	9.749,49
Tensión máxima (Tn/m <sup>2</sup> )	<b>17,28</b>	<b>17,23</b>	<b>17,23</b>	<b>17,28</b>
Tensión máxima admisible (Tn/m <sup>2</sup> )	20	20	20	20

**Tabla 24.** Tabla resumen cálculos tanques.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 1.8 CUBETO DE RETENCIÓN

El número y capacidad de los cubetos necesarios para albergar los tanques está directamente relacionado con los tanques empleados y los productos almacenados. La limitación marcada por la ITC MI-IP-02 (artículo 19) para hidrocarburos de la clase B o C, indica que la capacidad total de producto almacenado en el cubeto, no debe sobrepasar los 200.000 m<sup>3</sup>, cuando éste contiene dos o más tanques. Si el cubeto contiene varios tanques, éste debe estar compartimentado con diques de tierra o muretes de 0,70 m de altura, y 0,3 de anchura, de manera que cada compartimento no contenga más de un solo tanque de una capacidad igual o superior a 20 000 m<sup>3</sup>, o un cierto número de tanques de capacidad global inferior o igual a 20.000 m<sup>3</sup> (es decir, un compartimento no debe contener un conjunto de tanques con una capacidad total mayor o igual a 20.000 m<sup>3</sup>).

En función de lo anterior se diseña un solo cubeto para gasolina de 5.906,60 m<sup>2</sup> y capacidad de 19.843.70 m<sup>3</sup>, siendo el volumen en uso de cada uno de los tanques de emergencia T2 (9.607,76 m<sup>3</sup>) y T3 (10.283,09).

Tanques	T1	T2
Producto	Gasolina	Gasolina
Diámetro	23,00	28,00
Altura	20,00	20,00
Superficie ocupada	415,48	615,75
Capacidad nominal (geométrica)	8.309,51	12.315,04
<b>DIMENSIONES CUBETO 1 (T1-T2) GASOLINA</b>		
Superficie compartimentos	1.190,00	1.448,00
Volumen uso tanques	6.481,43	9.605,76
Superficie cubeto	<b>2.638,00</b>	
Volumen teórico	9.605,76	
Altura mínima	3,64	
Altura construida	3,75	

**Tabla 25.**Características compartimentos tanques gasolina cubeto 1



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Tanques	T3	T4
Producto	Gasóleo	Gasóleo
Diámetro	23	28
Altura	20	20
Superficie ocupada	415,48	615,75
Capacidad nominal (geométrica)	8.309,51	12.315,04
DIMENSIONES CUBETO 2 (T3-T4) GASÓLEO		
Superficie compartimentos	1.798,10	1.470,50
Volumen uso tanques	10.283,09	6.938,46
Superficie cubeto	<b>3.268,60</b>	
Volumen teórico	10.283,09	
Altura mínima	3,15	
Altura construida	3,75	

**Tabla 26.**Características compartimentos tanques gasóleo cubeto 1

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**DOCUMENTO 2: OBRA CIVIL**

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

## **2.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO**

El cubeto de contención se ubicará en terrenos consistentes de ladera, lo que obligará a importantes obras de acondicionamiento del terreno. Procedido al desmonte y nivelación hasta la cota de base del cubeto, se realizarán las siguientes obras.

### **2.1.1. Excavaciones para cimentación.**

La entrega se hará a la cota de vertido del hormigón de limpieza, es decir, considerando un exceso de excavación de 0,10 m.

### **2.1.2. Excavaciones para depósitos.**

La entrega del terreno se hará a la de cimentación, considerando que los vasos se ejecutarán con hormigón proyectado.

### **2.1.3. Excavaciones en zanja para redes enterradas.**

La excavación para redes de recogida de aguas pluviales y redes de distribución de energía eléctrica se realizará considerando que las cotas de tendido de tubos y líneas están referidas al firme terminado de urbanización.

## **2.2 CIMENTACIONES**

### **2.2.1 Cimentaciones de Tanques**

La cimentación de los tanques de 28 m. de diámetro, se realizará con hormigón HA-25/B/20, con una altura exterior de 1,50 m. y 0,70 m. de espesor en la base de tanque, con armadura de compresión constituida por barras, de acero B 500 T acero de límite elástico 500 N/mm<sup>2</sup>, de 20 mm. de  $\Phi$  en malla de #20.20 cm. Las armaduras se dispondrán a una cota sobre el hormigón de limpieza HL-150 kg/m<sup>3</sup> de 0,10 m. sustentadas en pates metálicos y niveladas. La cimentación de los tanques de diámetro 23 m. o inferior tendrá una profundidad de 0,70 m. más 0,10 m. de hormigón de limpieza,

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

con características de hormigones y armaduras como las descritas para los otros depósitos. Dependiendo de los resultados del estudio geotécnico a realizar tras el otorgamiento de concesión administrativa, la losa de base de depósitos podrá verse reducida en su espesor hasta su total eliminación en el caso de obtenerse para el terreno subyacente tensiones admisibles superiores a  $26 \text{ T/m}^2$ .

Puesto que la cimentación quedará a 0,50 m. sobre la cota de acabado del firme interior del cubeto, el encofrado sobre la cota del terreno explanado, deberá ser esmerado, teniendo la consideración de cara vista.

### **2.2.2 Cimentación de muros**

Se realizará con hormigón HA-25/B/20 armado con barras de acero corrugado B500 de 20 mm. de diámetro, en malla de #20.20 cm. Tendrá una profundidad de 0,60 m. más 0,10 m. de hormigón de limpieza. Se dejarán esperas de 20 mm. de diámetro para el hormigonado del muro, con una interdistancia de 0,20 m. para la cara exterior y 0,30 m. para la cara interior, con una altura mínima sobre la cara superior de cimentación de 0,80 m. Las armaduras se dispondrán a 0,05 m. de las caras exteriores del muro.

En el lado del cubeto próximo al cargadero, se ejecutará la cimentación de muro a una cota 0,40 m. inferior a la del resto del perímetro, de manera que sobre ella puedan tener salida los conductos de evacuación de aguas pluviales o contra incendios. En la disposición de las esperas se deberá tener en cuenta el paso de conductos de 0,30 m. de diámetro nominal.

## **2.3. MUROS Y VASOS DE HORMIGON.**

### **2.3.1 Muros del Cubeto.**

Se realizarán en hormigón armado HA-25/B/20 con armadura a dos caras constituida por barras corrugadas B-500  $\Phi$  20 dispuestas cada 0,20 m. en la cara exterior, y cada 0,30 m. en la cara interior del cubeto. El espesor del muro será de 0,30 m. en todos los lados

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

del cubeto y en el muro de separación entre los recintos de tanques de gasóleo y tanque de gasolina.

La armadura horizontal estará constituida por barras de acero B-500  $\Phi$  12 c/ 0,25 m.

En los lugares indicados para la ubicación de lanzas contraincendios, se dispondrán en la coronación del muro esperas constituidas por barras de  $\Phi$  16 mm. dobladas en ángulo recto de 900x800 mm. Se constituirá una plataforma de hormigón armado HA-25/B/20 en la que las citadas barras formarán la armadura principal y una malla electrosoldada de 20.20.6 dispuesta sobre aquellas, constituirá la armadura de refuerzo. En dicha plataforma se practicará un orificio de entrada de 100 mm. de diámetro para acometida de agua, y se dispondrán las placas de anclaje que se indican en los planos de detalle para el recibido de la basamenta de lanza y de la escala de acceso.

El encofrado de muros se realizará con panel del tipo PERI para facilitar el perfecto acabado de superficies y evitar al máximo la porosidad y la permeabilidad.

### **2.3.2 Depósito contraincendios.**

Se realizará con hormigón HA-25/B/20 armado según el correspondiente plano de sección. El espesor de paramentos verticales será de 0,40 m. y la losa de fondo de 0,60 m. de espesor.

El acabado interior será por fratasado y lavado con lechada de cemento P250.

Previamente al hormigonado se dispondrán todas las pasantes necesarias para el funcionamiento de la carga y descarga.

El forjado de la losa de cubrición se realizará con placa prefabricada de hormigón armado, del tipo H25 de Visanfer, con formación de nervios y zunchos de atado por hormigonado in situ. Sobre las placas de 25 cm. de canto, se dispondrá una capa de compresión de 40 mm. de espesor, armada con malla electrosoldada 20.20.8. El tratamiento superficial será con aditivo endurecedor y rotoalisado.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Previamente a la formación de la capa de compresión se dispondrán los tubos de paso necesarios para alimentaciones eléctricas de bombas, tanto en suministro normal como de emergencia.

### **2.3.3 Galería para circulación de tuberías.**

La atarjea para tránsito de tuberías entre el cubeto y la Estación de Distribución, bombeo a cargadero, se realizará desde la cara exterior del muro del cubeto hasta el acceso a la estación de bombeo. La atarjea partirá para cruzar la calzada en dirección perpendicular al muro, hasta entregar el rac de tuberías a la galería cubierta.

El tramo central de calzada será forjado para permitir el tránsito de vehículos pesados, disponiéndose un tramo de galería de 12 m. de longitud, con idéntico material prefabricado.

Para la construcción del muro de defensa exterior de la atarjea se dispondrán esperas de barras de acero B-500  $\Phi$  20 en la cimentación con una inter distancia de 0,20 m. y altura la de coronación de dicho muro (a la cara inferior del firme exterior). Tendrá un espesor de 0,20 m. y en su cara superior dispondrá de anclajes de pletina metálica para recibir una defensa del tipo normalizado por la Dirección General de Carreteras. La armadura horizontal estará constituida por barras de acero B-500  $\Phi$  12 cada 0,25 m.

### **2.3.4 Atarjea para tuberías de impulsión a cargadero.**

Se realizará con muros y solera de hormigón armado con las dimensiones que se indican en los planos de detalle.

Desde el foso de salida de la estación de bombeo en distribución partirá una atarjea ejecutada con muros de hormigón armado de 0,15 m. de espesor, y dotada de solera de idénticas características. El fondo se dotará de pendiente hacia una de las aristas, con el fin de facilitar la recogida de eventuales derrames.

Finalizará en el cargadero, a partir del cual las tuberías serán aéreas, colgadas bajo la pasarela superior de maniobra.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### **2.3.5 Balsa de separación.**

Se realizará con hormigón proyectado armado con malla electrosoldada de 20.20.6. El espesor de paramentos verticales será de 0,10 m. y el de fondo de 0,15 m.

Los paramentos de separación entre arquetas contiguas se realizarán por hormigonado in situ, a partir de esperas practicadas en el fondo y laterales con barras de acero B-500  $\Phi$  12.

Previamente al hormigonado se dispondrán todas las pasantes necesarias para el funcionamiento de la carga y descarga, así como de los separadores entre arquetas contiguas.

En el caso de ser posible la sustitución de este elemento por una unidad prefabricada de tratamiento en continuo (planta separadora de hidrocarburos), su ejecución será enterrada en el lugar previsto.

### **2.4. MUELLES.**

El muelle de atraque de ferrocarril se realizará mediante muro de hormigón armado HA/25/20, B-500, de 0,20 m. de espesor, con barras de  $\Phi$  16 cada 0,20 m.

La cimentación, ejecutada con idénticos materiales que el muro, tendrá una profundidad de 0,40 m. más 0,10 m. de hormigón de limpieza y estará armada con malla de barras de  $\Phi$  16 en malla de 15.15. cm.

El encofrado de la cara vista del muro se realizará con panel del tipo PERI. La cara superior deberá recibir tratamiento en fresco adecuado para conferirle propiedades antideslizantes; a tal efecto se considera suficiente su abujardado.



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

## **2.5. MURETES DE SEPARACION ENTRE TANQUES.**

Tendrán 1,00 m. de altura sobre el firme interior terminado, con una altura total de 1,20 m. desde la cimentación. Estarán constituidos por hormigón HA-25/B/20 de 10 cm. de espesor, armado con barras de acero B-500 de  $\Phi$  12 cada 20 cm. y armadura horizontal del mismo tipo cada 30 cm. La terminación será cara vista, encofrado con panel tipo PERI. Deberán disponerse a través de él los pasos para evacuación de drenajes o derrames, lo cual habrá de ser tendido en cuenta en la ejecución de la cimentación.

El murete estará soportado en una correa de hormigón armado de 0,50x0,30 m., con hormigón HA-25/B/20 y armadura B-500 de malla 15.15.10. Bajo la cimentación se dispondrá una capa de hormigón de limpieza HL150 de 0,10 m. de espesor.

## **2.6. SOLERAS Y FIRMES.**

### **2.6.1 Interior del cubeto.**

Se dispondrá un firme flexible, compuesto por capa base de zahorra artificial compactada de 0,20 m. de espesor, capa binder de 0,04 m. y capa de rodadura de 0,03 m.

### **2.6.2 Cargadero de cisternas.**

Se dispondrá un firme rígido de 0,35 m. de espesor, compuesto por capa base de zahorra artificial compactada de 0,20 m. de espesor, y capa de hormigón HA-200 de 0,15 m. de espesor, armado con malla electrosoldada 15.15.8. El acabado superficial será por rotoalisado con aditivo cuarzo-corindón y colorante verde, rojo o gris según las distintas zonas.

### **2.6.3 Vial de acceso.**

El vial de acceso se dispondrá con firme flexible de 0,30 m. de espesor, compuesto por capa base de zahorra artificial compactada de 0,20 m. de espesor, capa binder de 0,06 m. y capa de rodadura de 0,04 m.

### **2.6.4 Circulación interior de vehículos.**

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se dispondrá un firme rígido de 0,35 m. de espesor, compuesto por capa base de zahorra artificial compactada de 0,20 m. de espesor, y capa de hormigón H200 de 0,15 m. de espesor, armado con malla electrosoldada 15.15.8. El acabado superficial será por rotoalísado con aditivo cuarzo-corindón.

#### **2.6.5 Muelle de ferrocarril, isletas y aceras.**

Se dispondrá un firme rígido de 0,30 m. de espesor, compuesto por capa base de zahorra artificial compactada de 0,20 m. de espesor, y capa de hormigón HA-25/B/20 de 0,10 m. de espesor, armado con malla electrosoldada 15.15.6. El acabado superficial será por estampado y coloreado.

### **2.7 EDIFICIOS DE DISTRIBUCION.**

#### **2.7.1 Dimensiones.**

El recinto de distribución es una plataforma rectangular de dimensiones exteriores 12,32 x 13,90 m., con una superficie construida de 10,32x11,90 m., incluyendo marquesina, y 53,50 m<sup>2</sup> en edificación cerrada.

Contendrá las dependencias y superficies siguientes:

Control de entradas/salidas.	11,80 m <sup>2</sup>
Control carga/descarga.	15,60 m <sup>2</sup>
Aseo y vestuario.	10,92 m
Sala del generador.	4,43 m
Caseta bombas contra incendio.	3,80 m <sup>2</sup>

#### **2.7.2 Estructura.**

La estructura será metálica, con IPN y acero S275JR, siendo sus dimensiones las que se indican en el plano de estructura.

En el bloque de servicios y control, se dispondrán pórticos y viguetas metálicas para recibir una cubierta ligera de hormigón.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### **2.7.3 Cimentación**

Se soporta la estructura en zapatas aisladas bajo pilares, realizadas en hormigón HA-25/B/20 de resistencia característica  $250 \text{ Kg/cm}^2$  y armadura en cuantía de  $60 \text{ Kg/m}^3$ , constituida por acero B-500 de diámetros nominales 16 y 20 mm. La cimentación se recibirá sobre capa de hormigón de limpieza HL-150 de 10 cm. de espesor.

Las correas de atado de pilares tendrán una sección de  $40 \times 40 \text{ cm.}$  y estarán armadas con 4 redondos de 12 m.  $\Phi$ , con estribos de  $\Phi 6$  cada 30 cm. La terminación de la cimentación será a la cota -0,10 m. de la solera terminada de la plataforma de bombeo.

Las bancadas de los equipos principales de impulsión se realizarán con hormigón armado de iguales características al de cimentación, con acabado superficial con fratasado y enlucido.

### **2.7.4 Cubierta.**

Se plantea la cubrición con dos tipos de materiales diferentes, por una parte, la zona de servicios y control y por otra la cubierta de la marquesina de bombas.

Las dependencias de control y servicios se cubrirán con forjado constituido por placa pretensada de hormigón H16 de Visanfer, capa de compresión de 4 cm. de espesor armada con malla electrosoldada de 15.15.6, lámina impermeabilizante Glasdan 60, aislante térmico con placas de poliestireno extrusionado de 40 mm. de espesor y loseta catalana recibida sobre mortero de cemento 1/4. La evacuación de aguas pluviales se dispone mediante mechinales abiertos a la cara exterior.

La cubrición del área de bombas y valvulería se realizará mediante marquesina de 0,70 m. de faldón, con cubierta a un agua en chapa prelacada, con peto y falso techo en aluminio lacado de colores opcionales. La evacuación de pluviales desde cubierta se realizará bajo tubo de PVC adosado a pilares.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

#### **2.7.5 Cerramiento.**

El cerramiento bajo cubierta de edificio de control se realiza con fábrica de bloque prefabricado de hormigón Split en color opcional, con una altura exterior de 3,52 m. y altura libre interior de 2,60 m. a la cara inferior de las vigas metálicas.

Se cerrarán totalmente las dependencias de oficina y aseos, así como la sala de control, quedando diáfano el recinto donde se encuentran ubicadas las bombas de impulsión.

La carpintería de ventanas y puertas de acceso será de aluminio termolacado, perfil serie 600, para recibir vidrio Climalit 4+4+4, parsol en cara exterior, en toda la carpintería exterior de todas las dependencias, excluido aseos. En los aseos se dispondrá vidrio armado de 5 mm. de espesor, traslúcido.

#### **2.7.6 Solera y solado.**

La solera de la sala de bombeo estará constituida por 15 cm. de hormigón HA-25/B/20 con armadura de mallazo de 15.15.6 sobre base de grava gravilla 20/40 mm. La terminación de solera será con tratamiento endurecedor cuarzo corindón con ruleteado. La terminación será a la cota +0,10 m. sobre el firme exterior.

La dependencia de aseo y la de control dispondrán de una solera de terminación rugosa para recibir plaqueta cerámica antideslizante. La terminación del solado será a la cota +0,18 respecto al firme exterior.

#### **2.7.7 Falso Techo.**

Las dependencias de control y vestuario se dotarán de falso techo de escayola modular, tipo fisured, perfil semioculto, sobre perfiles normalizados de aluminio lacado sustentados desde el forjado con elementos de colgar por varilla. Por las reducidas dimensiones de los locales a dotar de falso techo, se recomienda la utilización de placas de 60.60, con objeto de disminuir en lo posible el corte de piezas para encuentro con muros.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### **2.7.8 Bancadas.**

Las bancadas de motores y bombas se ejecutarán en hormigón HA-25/B/20 de 15 cm. de espesor, armado con barras de  $\Phi$  12 en malla de 15.15 cm. Sus dimensiones serán las indicadas por el fabricante de los equipos o, en su defecto, 20 cm. superiores a las necesarias para ubicar los soportes. El acoplamiento motor-bancada se realizará a través de tacos antivibratorios.

## **2.8 CERRAMIENTOS DE PARCELA**

### **2.8.1. Muros de fábrica.**

Los muros de fábrica en cerramiento de parcela se realizarán con bloque de hormigón prefabricado de dimensiones 20.20.40, de acabado cara vista color blanco, con una altura de 1,54 m. sobre correa de cimentación.

La coronación de muros se realizará con pieza de dintel en posición invertida a la que se deberán practicar orificios para los anclajes de valla sobre muro. La cimentación será corrida, de 40x40 cm. de sección, en hormigón HA-25/B/20 armado con cuatro barras de 12 mm. de diámetro y estribos de 6 mm. de diámetro cada 30 cm. En los lugares de apertura de huecos para puerta de acceso al recinto, se dispondrán zapatas de 1,00x1,00x0,60 con armadura de  $\Phi$  16 en malla de 15x15, y esperas de igual diámetro para recibir la armadura de los pilares.

Para la entrega de puertas de acceso a cerramiento, se dispone la formación de pilares de 40x40 cm., con fábrica de bloque blanco CV, 20.20.40, armado en interior con una barra de  $\Phi$  16 en cada seno, y relleno de senos con hormigón HA-25/B/20. La altura de estos elementos será igual a la del conjunto fábrica-valla, es decir, 3,00 m.

### **2.8.2. Valla de cerramiento.**

El cerramiento sobre muro del área de impulsión principal se realizará con emparrillado electrofundido de pletina y varilla galvanizados, con luz de malla 60.30 mm., recibida

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

sobre coronación de muro de fábrica y hasta una altura total de cerramiento de 3,00 m. La pletina será de 25 mm. y la varilla de 5 mm. de diámetro.

El cerramiento del área de distribución comprendido entre el borde NE del cubeto y la salida del apartadero de ferrocarril, se realizará con idénticos materiales a los descritos.

Desde la puerta de salida del apartadero hasta enlazar con el vértice NO del cubeto, el cerramiento se realizará con malla galvanizada de simple torsión, de 3,00 m. de altura, con pies derechos de tubo galvanizado cada 3,00 m. y tornapuntas cada tres soportes. La cimentación de los soportes se formará con dado de hormigón en masa H150 de 20x20x50 cm.

Los batientes de las puertas se realizarán con perfiles normalizados U en cajón, de 120 mm., recibidos sobre basamenta de hormigón en masa HA-25/B/20 de 60x60x50 cm. A estos soportes se soldarán los herrajes de colgar de las hojas. El hueco libre será de 3,00 m.

Las hojas de paso de ferrocarriles estarán compuestas por perfil de tubo galvanizado y malla galvanizada de simple torsión. Dispondrán de elementos de seguridad para dos cierres con pasador y candado, siendo su maniobra manual. Las hoja de paso de vehículos estará constituida por idéntico emparrillado que el descrito para el cerramiento, con 3,00 m. de altura y un hueco libre de paso de 7,00 m. Dispondrán de los refuerzos necesarios para garantizar una rigidez y estabilidad suficientes, así como de carril de rodadura, cremallera de tracción y motor de arrastre, realizándose el control y maniobra desde la cabina de control de accesos.

### **2.8.3. Estacionamiento de vehículos.**

Se dispondrá una zona de estacionamiento cubierto con soportes metálicos de perfil IPE en acero S275JR y estructura de cubierta de idénticas características, siendo el material de cubrición de chapa prelacada.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**DOCUMENTO 3: EQUIPAMIENTO**



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

También es carácter común a todos los tanques el tipo de valvulería de entrada y salida de producto y los sistemas de seguridad en funcionamiento normal y en emergencia contraincendios, así como el tipo de chapa constituyente de las virolas y de los fondos. Los sistemas de protección son descritos en apartado específico de este documento.

Todos los tanques estarán dotados de sonda de nivel y lector exterior de capacidad disponible, de manera que, en caso de fallo de la lectura automatizada pueda fácilmente comprobarse el nivel del combustible residente.

Los orificios de venteo estarán protegidos contra los agentes externos tanto de origen climático como animal, mediante válvulas adecuadas. Dispondrán de dos bocas normalizadas de inspección en la cubierta, una de ellas junto al desembarco de la escalera. En la virola inferior dispondrán de una boca de inspección normalizada.

**En el tanque de gasolina se dispondrá un sistema de recuperación de gases.**

Las características de los materiales y los procedimientos de soldadura, se encuentran especificados en el correspondiente Pliego de Condiciones.

### **3.1 ACCIONAMIENTO Y CONTROL.**

Todas las válvulas de carga y descarga de tanques serán de accionamiento manual con sensor de lectura remota para comprobación de estado de apertura. También deberán tener control remoto los lectores de nivel.

### **3.2 TANQUES DE DRENAJES.**

La misión de estos depósitos será la de recibir los derrames accidentales que se pudieran producir en las operaciones de carga y descarga. Así pues, se dispondrá un tanque de capacidad adecuada a las operaciones de trasiego de combustible, preparados para

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

recibir los posibles vertidos y para evacuar desde ellos los productos almacenados a las plantas autorizadas de tratamiento y eliminación.

**Drenajes en distribución y cubeto.**

En el área de almacenamiento de combustible se dispone un tanque enterrado de 20.000 litros de capacidad, para recogida de posibles derrames en las operaciones de llenado/vaciado de depósitos, en carga de cisternas y vagones, así como para vertido de los sobrenadantes obtenidos por lavado de las distintas zonas como consecuencia de la escorrentía o de las emergencias contraincendios.

El envío de vertidos desde el cubeto hasta el depósito se realizará por medio de bombeo desde arqueta de recogida dispuesta a pie de cada tanque de almacenamiento.

Desde la balsa de separación de pluviales o unidad de separación de hidrocarburos, el sobrenadante se enviará al depósito de drenajes mediante bombeo dispuesto en la última arqueta de la separadora, de manera que se haya laminado la menor cantidad de agua posible junto con los residuos de hidrocarburos.

El depósito de drenajes recibirá asimismo los productos residuales contenidos en el Depósito de Regulación, cuya función y características se describen en el apartado siguiente de éste documento.

**3.3 DEPOSITOS DE TRANSFERENCIA Y REGULACION.**

**Depósitos de Transferencia.**

Su función es recibir el combustible de retorno desde la tubería principal de impulsión, para poder ser enviado a almacenamiento a través de tubería secundaria cuyo único objeto es mantener la tubería principal vacía de combustible.

Tendrá una capacidad de 2 m<sup>3</sup>. Su construcción será de chapa de acero al carbono unida por soldadura, en dos cuerpos independientes de idéntica capacidad, uno para recibir gasolina y otro para gasóleo..

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Dispondrá de dos bocas de entrada para 2", y dos de salida de 2" de diámetro nominal. Además se proveerá de una salida para purgas, situada en su punto mas bajo, con 3/4" de salida con destino al tanque de drenajes. De esta manera se mantiene el tanque en condiciones de uso para cualquier producto al final de la operación de transporte principal.

### **Depósito de Regulación.**

Desde el depósito de transferencia así como desde los depósitos intermedios situados en cabecera de cada tramo de galería, el combustible es enviado a través de la tubería de 2" hasta un depósito de 30.000 l. para recibido de gasóleo y otro de 20.000 l. para recibido de gasolina, situados junto a la estación de distribución. Desde estos depósitos el combustible es reenviado a los tanques de almacenamiento a través del sistema de tuberías de descarga y de las bombas principales de distribución.

Se dispondrán en cada uno de ellos una boca de entrada de 2", una de descarga de 6" y una de purga de 2". La purga será descargada al tanque de drenajes por aspiración mediante bomba a tal efecto.

### **3.4 TUBERÍAS DE DRENAJE Y REGULACIÓN**

Se denominan así a las tuberías destinadas a transportar los productos derramados o de purgas de depósitos de retorno. Su ejecución será en todos los casos con tubo de acero al carbono de 2" de diámetro nominal.

Este sistema dispondrá de válvulas de cierre y de retorno en todos los tramos anterior y posterior a cada equipo de impulsión de drenajes. Las válvulas estarán siempre en posición abierto y las bombas conectadas a sus respectivas sondas de nivel.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 3.5 INSTALACIONES DE TRANSPORTE DE FLUIDOS

#### 3.5.1 Bombas de distribución.

Bajo esta denominación se contempla la estación de bombeo a disponer para distribución de combustible desde los tanques de almacenamiento al cargadero de vagones y cisternas.

Se dispondrán dos bombas de eje horizontal de cámara partida y eje libre, con partes internas de bronce, de las siguientes características funcionales.

Nº de bombas iguales:	2
Líquido:	Gasóleo A. Gasolina.
Tª de bombeo:	Ambiente.
Peso especif. a Tª amb.:	0.85
Caudal:	225÷250 m <sup>3</sup> /h
Presión descarga:	6,0÷7,0 Kg/cm <sup>2</sup> .
Diámetro salida:	10"
Rendimiento hidráulico:	≥80%
Régimen:	1600÷2000 r.p.m.
Pot. mínima recomend.	65 Kw.
Motor:	Diessel
Pot. recomend. motor:	100 CV

**Tabla 27.**Características de las bombas de distribución de combustibles

#### 3.5.2 Bombas de drenaje

Con objeto de descargar de residuos o remanentes no deseados de producto contenido en los depósitos de Transferencia y de Regulación, se dispone la dotación de sendas bombas cuya función será del total vaciado de dichos depósitos con destino a los respectivos depósitos de residuos (denominados de Drenajes por la otra misión que tienen asignada).

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

También tendrá la consideración de bomba de drenajes la que deberá disponerse para envío al tanque de drenajes de los productos con alto contenido en hidrocarburos laminados en la balsa de separación.

Los depósitos de Drenajes propiamente dichos no estarán dotados de bombeo ya que la salida del residuo almacenado en ellos será aspirado por la bomba del vehículo de transporte.

Las características nominales de los equipos de impulsión serán las que se indican:

Todas las bombas se encontrarán permanentemente en servicio con las válvulas anterior y posterior en posición de abierto y las sondas de nivel conectadas.

Nº de bombas iguales:	<b>5</b>
Líquido:	<b>Resíduos de Hidrocarburos.</b>
Tª de bombeo:	<b>Ambiente.</b>
Peso específ. a Tª amb.:	<b>0.85</b>
Caudal:	<b>10÷11 m<sup>3</sup>/h</b>
Presión descarga:	<b>6,0÷7,0 Kg/cm<sup>2</sup>.</b>
Diámetro salida:	<b>2"</b>
Rendimiento hidráulico:	<b>≥70%</b>
Régimen:	<b>2700÷2900 r.p.m.</b>
Pot. mínima recomend.	<b>2,7 Kw.</b>
Motor:	<b>Eléctrico</b>
Condiciones ejecución	<b>Antideflagrante</b>

**Tabla 28.**Características de las bombas de drenaje

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 3.5.3 Bombas de evacuación de pluviales

Con objeto de descargar las aguas pluviales, o de emergencia contraincendios y los productos de escorrentía producidos en el interior del cubeto, se dispone la dotación de imbornales de recogida interior que desaguarán a una red de saneamiento exterior, la cual entregará aguas a un pozo de recogida desde el cual será impulsada a la planta separadora de hidrocarburos.

Las características nominales de los equipos de impulsión serán las que se indican:

Nº de bombas iguales:	<b>2</b>
Líquido:	<b>Agua con resíduos.</b>
Tª de bombeo:	<b>Ambiente.</b>
Peso específ. a Tª amb.:	<b>1.00</b>
Caudal:	<b>65÷70 m³/h</b>
Presión descarga:	<b>4,0÷4,5 Kg/cm².</b>
Diámetro salida:	<b>3"</b>
Rendimiento hidráulico:	<b>≥70%</b>
Régimen:	<b>2700÷2900 r.p.m.</b>
Pot. mínima recomend.	<b>6,9 Kw.</b>
Motor:	<b>Eléctrico</b>
Condiciones ejecución	<b>Estanco</b>

**Tabla 29.**Características de las bombas de pluviales

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

CARACTERÍSTICAS EQUIPAMIENTO				
<b>TANQUES DE PRODUCTO</b>	<b>H (m)</b>	<b>Φ (m)</b>	<b>S (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V<sub>nom</sub> (m<sup>3</sup>)</b>
Tanque 1. GNA	20,00	23,00	415,46	8.309,27
Tanque 2. GNA	20,00	28,00	615,73	12.314,68
Tanque 3. GO	20,00	28,00	615,73	12.314,68
Tanque 4. GO	20,00	23,00	415,46	8.309,27
<b>DEPÓSITOS COMPLEMENTARIOS</b>	<b>V (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Ud.</b>	<b>Tipo</b>	
Recogida de Derrames Parque de Almacenam.	30,00	2	Enterrado	
Recogida Derrames Estación Impulsión	30,00	1	Enterrado	
Contención de residuos del Separador	30,00	1	Enterrado	
Contención de retornos de Combustible	30,00	3	Enterrado	
Transferencia de vaciado de tuberías impuls.	1,00	2	Subterráneo	
Contención de espumógeno	20,00	1	Aéreo	
Aditivos	1,00	1	Aéreo	
<b>BOMBEO</b>	<b>Q<sub>nom</sub> (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Pot (CV)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nº</b>
Impulsión principal a Parque Almacenam.	500	200,00	Diesel	2
Distribución a Cargaderos	130	65,00	Diesel	2
Agua Contra incendios	500	70,00	Eléctrica	2
Retorno Combustibles	20	5,00	Eléctrica	2
Evacuación Pluviales	50	10,00	Eléctrica	2

**Tabla 30.**Resumen características equipamiento



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**DOCUMENTO 4: SISTEMA CONTRA INCENDIO**

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales RD-2267 (RSCIEI), establece y define los requisitos y condiciones que deben satisfacer los establecimientos industriales, en relación con su seguridad en caso de incendio, con el objetivo de anular o reducir los daños y pérdidas a las personas o bienes. Además, indica las pautas para prevenir la aparición del incendio y dar la respuesta adecuada al mismo, en caso de producirse, limitando su propagación y posibilitando su extinción.

Este reglamento es de aplicación en almacenamientos industriales, los cuales se definen como cualquier recinto, cubierto o no, que de forma fija o temporal, se dedique exclusivamente a albergar productos de cualquier tipo.

El Anexo 1 del reglamento, establece la caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios; que puede ser en función de su configuración y ubicación con relación a su entorno, y en función de su nivel de riesgo intrínseco. En el Anexo 3, se recogen los requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, en función de la caracterización anterior, y se recopilan las condiciones con las que deben contar los establecimientos industriales a la hora de incorporar distintos sistemas de prevención, detección y extinción de incendios.

Se deduce de este reglamento, por lo tanto, que el tipo de parque de almacenamiento estudiado se caracteriza por su configuración y ubicación con relación a su entorno, como establecimiento industrial de Tipo “E”, es decir, establecimiento industrial que desarrolla su actividad en un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50% de su superficie), y con alguna de sus fachadas, en la parte cubierta, sin cerramiento lateral. En consecuencia, se considera que éste, constituye un “área de incendio” abierta y peligrosa, definida solamente por su perímetro.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

#### 4.1. IDENTIFICACIÓN NIVEL DE RIESGO

El *RD 948* clasifica como sustancias peligrosas a las gasolinas, los gasóleos almacenados en la instalación estudiada. Éstos se engloban en su Anexo I, parte 1, en la categoría de productos derivados del petróleo.

#### 4.2 NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Las áreas con riesgo de incendio o explosión, se clasifican en función del tipo de sustancia que provoca el riesgo, la frecuencia con que pueden producirse atmósferas explosivas y la duración de ésta.

Según la clasificación recogida en el *RD 842*, la instalación estudiada corresponde a un emplazamiento de Clase I; que son aquellos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas, incluida la presencia de líquidos inflamables.

Las atmósferas explosivas formadas por aire y sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla, pueden agruparse en tres niveles de clasificación:

**Zona 0:** Con presencia permanente de ATEX por un período de tiempo prolongado o con frecuencia.

**Zona 1:** Es probable la formación ocasional de riesgo de incendio o explosión, en condiciones normales de explotación.

**Zona 2:** No es probable, en condiciones normales de explotación la formación de riesgo de incendio o explosión, y en caso de producirse, sólo permanece durante un breve período de tiempo.

Según lo expuesto, y en base a ciertos estudios sobre el tema, el interior de los recipientes de almacenamiento cerrados y con contenido de líquidos inflamables corresponde a una zona **de nivel 0**, por los vapores que se puedan liberar durante su almacenamiento. El resto de áreas de la instalación se pueden clasificar como **zona 2**, ya que en caso de aparecer el riesgo, éste será debido a un evento remoto, avería o situación anormal o

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

accidental, y el riesgo se mantendría durante un período de tiempo muy corto, como para dar inicio a un incendio o explosión.

A continuación se calcula el nivel de riesgo intrínseco de la instalación estudiada según el procedimiento propuesto en el RSCIEI.

La caracterización por el nivel de riesgo intrínseco, se hace en función de los sectores y áreas de incendio que constituyen las diferentes zonas de la planta. Esta caracterización se obtiene a partir del valor de densidad de carga de fuego ponderada y corregida de cada sector o área de incendio.

En este apartado se determina el nivel de riesgo intrínseco de la zona de almacenamiento (tipo E) y de la zona administrativa con oficinas, talleres-almacén, aparcamiento y sala de control (tipo C). Las zonas restantes en la que se produzca flujo, o algún tipo de utilización de los productos almacenados y/o de otros productos combustibles (Líneas de combustible, terminales de oleoducto, estaciones de bombeo, equipos de protección contra incendios, sistema de tratamiento de aguas hidrocarburadas), se consideran con la misma caracterización que la zona de almacenamiento, por tratarse generalmente de zonas con menos concentración de riesgo.

Para obtener el valor de densidad de carga de fuego, ponderada y corregida de la zona de almacenamiento, se va a utilizar la *ecuación* (A.1, establecida en el RSCIEI para actividades de almacenamiento.

$$QS = (\sum_i qvi \times Ci \times hi \times si/A) \times Ra = (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

Dónde:

**Qs:** Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

**Ci:** Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio. (Obtener de la tabla 1.1 del anexo II del RSCIEI).

**Ra:** Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción,

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

*montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. (Obtener de la tabla 1.2 del anexo II del RSCIEI).*

**Q vi:** Densidad de carga de fuego, aportada por cada  $m^3$  de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en  $MJ/m^3$  o  $Mcal/m^3$ . (Obtener de la tabla 1.2 del anexo II del RSCIEI).

Se indica en el anexo II del RSCIEI, que la no existencia del valor de densidad de carga de fuego para el almacenamiento de ciertas actividades, no implica densidad de carga de fuego nula. En estos casos, se debe dar el valor de carga de fuego del producto más asimilable. Así pues, los valores de  $R_a$  y  $q_{vi}$  mostrados en la Tabla 12, para el caso estudiado, hacen referencia a la actividad de almacenamiento en depósitos de hidrocarburos.

PRODUCTO	Ci	CLASIFICACIÓN
Gasolina	1,60	Alta
Gasóleo	1,30	media

Actividad	Ra	Qvi	
		Mj/m3	Mcal/m3
Depósito	2	43.700	10.505

**Tabla 31.** Coeficiente ponderador grado peligrosidad por la combustibilidad

Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla

**A:** Superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en  $m^2$ . La superficie del sector o área de incendio (cubetos de retención de los tanques) es 2.638,00 y 3.268,60  $m^2$ .

**hi:** Altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

**si:** Superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en  $m^2$ .

Los valores de  $h_i$  y  $s_i$  de los almacenamientos utilizados se muestran en la Tabla 13.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Producto	Tanque	Altura m (m)	Diámetro (m)	Sup. Planta si (m2)
Gasolina	T-1	20	23	415,48
	T-2	20	28	615,75
Gasóleo	T-3	20	28	615,75
	T-4	20	23	415,48

**Tabla 32.** Características geométricas tanques

El valor de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio,  $Q_s$ , en MJ/m<sup>2</sup> y en Mcal/m<sup>2</sup>, se muestran en la **Tabla 34**.

tanque	Ci	Ra	qvi		hi (m)	Si (m2)	A (m2)	volumen	Qs	
			Mj/m3	Mcal/m3					Mj/m3	Mcal/m3
T-1	1,3	2	43.700	10.505	20	415,5	2.683,00	6.481,43	681.262,22	175.315,15
T-2					20	615,8		9.605,76		
T-3					20	615,8		10.283,09		
T-4	1,6				20	415,5	3.268,60	6.938,40	736.784,30	177.114,85

**Tabla 33:** Densidad de carga de fuego ponderada y corregida para la zona de almacenamiento

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
Bajo	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
Medio	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
Alto	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13.600 < Q_s$

**Tabla 34:** Nivel de riesgo intrínseco en función de la Densidad de carga de fuego ponderada y corregida para la zona de almacenamiento

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Con estos valores de  $Q_s$ , la zona de almacenamiento se caracteriza por un **nivel de riesgo** intrínseco de **8**, clasificado como **ALTO**.

#### 4.3. DOTACIÓN CONTRA INCENDIOS DE LA PLANTA

En el anexo III del RSCIEI, se establece que la selección de los sistemas de protección a instalar, dependerán de la relación entre la tipología del edificio donde se encuentra el sector de incendio, el nivel de riesgo intrínseco del sector y la superficie del sector de incendio. Así pues, en la Tabla 19, se prevén los sistemas para la lucha contra incendios necesarios en la planta estudiada; y a continuación se muestran las condiciones indicadas en el RD 2267 y el RD 1942, para dichos sistemas.

Sistema	Instalación
Sistemas automático de detección de incendio	Si
Sistemas manuales de alarma contra incendios	Si
Sistemas de comunicación de alarmas	Si
Extintores de incendio	Si
Sistema de agua pulverizada	Si
Sistema de espuma física	Si
Sistema de alumbrado de emergencia	Si
Señalización	Si
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	Si

**Tabla 35.** Sistemas de protección contra incendios a instalar



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### **1. Sistemas automáticos de detección de incendio**

Aunque según la normativa, este sistema no es obligatorio en las áreas de incendio de tipo D o E, se hace necesaria su instalación para el correcto funcionamiento de los diferentes medios fijos de lucha contra incendios instalados.

Se instalará un detector térmico en cada uno de los tanques de almacenamiento.

### **2. Sistemas manuales de alarma de incendio**

Las instalaciones de protección contra incendios constarán de alarmas para avisar al servicio de seguridad en caso de incendio.

Los sistemas manuales de alarma están constituidos por un conjunto de pulsadores que permiten transmitir voluntariamente por los ocupantes del sector, una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

Es necesaria su instalación en todos los establecimientos que contengan o manejen líquidos petrolíferos. Se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto que contenga líquidos petrolíferos, hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m, excepto tuberías.

Se instalará una red de seis pulsadores de alarma en total para permitir la iniciación manual de alarma de fuego, en caso de que alguien detecte humo o fuego. La distribución de los pulsadores permitirá la disposición de un pulsador en cada una de las cuatro salidas del cubeto. También se instalará un pulsador en la zona de bombas contra incendios y otro en la zona del taller-almacén.

### **3. Sistemas de comunicación de alarma**

Es un sistema que permite emitir señales acústicas y/o visuales a los ocupantes de un edificio. Puede estar integrada junto con el sistema automático de detección de incendios en un mismo sistema.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La señal acústica transmitida por el sistema de comunicación de alarma de incendio permitirá diferenciar si se trata de una alarma por "emergencia parcial" o por "emergencia general", y será preferente el uso de un sistema de megafonía.

Se ha previsto la instalación de una sirena contra incendios en la instalación, con potencia de entre 105 dB y 120 dB, incluido el ruido del ambiente, según NFPA 72. Además se apoyarán por el servicio de megafonía suministrado desde la sala de control, ante la evidencia de algún riesgo o altercado en la instalación.

#### **4. Extintores de incendio**

Se instalarán extintores de incendio, portátiles o sobre ruedas, del tipo adecuado a la clase de fuego que pueda producirse, en todas las áreas de incendio de los establecimientos industriales de tipo E y en todos los establecimientos que almacenen o manejen líquidos petrolíferos, excepto en las áreas cuyo nivel de riesgo intrínseco sea bajo 1.

Las características y especificaciones de los extintores se ajustarán a la norma *UNE EN 3-7* y al *RD 1244 "Aparatos a Presión"* y su *ITC MIE AP-5* para su diseño de fabricación, importación e instalación.

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 metros sobre el suelo. Su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 25 m en las áreas de incendio de establecimientos industriales de tipo D y E.

Para fuegos de tipo B (líquidos), el tipo de agente extintor más adecuado corresponde al del polvo BC (convencional).

La eficacia mínima del extintor para zonas de riesgo alto, debe ser 113B7, de acuerdo al volumen y tipo de combustible líquido en el sector de incendio. La *ITM MIE-APQ1* indica que se debe disponer de al menos un extintor de eficacia 144B y agente extintor adecuado

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

(generalmente polvo seco). Según indica la *ITC MI-IP-02*, se utilizarán al menos dos extintores, los cuales serán extintores de polvo BC, de eficacia extintora 144B para los productos de clase B y 113B para los productos de clase C.

Se utilizaran dos extintores portátiles como mínimo, de las eficacias mencionada, en las zonas de bombas de productos petrolíferos, en las salas de compresores, separadores, etc.

La eficacia extintora es el parámetro que nos indica el poder de extinción de un extintor para un determinado tipo de fuego. La eficacia va inscrita en el cuerpo del extintor, expresada mediante un número y una letra que nos definen el tipo de fuego y la cantidad de combustible, en litros, que es capaz de extinguir un determinado extintor.

RSCIEI indica que 113B es la eficacia mínima para volumen entre 20 y 50 litros. La eficacia mínima para volúmenes entre 100 y 200 litros máx. es 233B, si el volumen es mayor hasta un máximo de 2000 l se ponen además extintores móviles. No hay indicaciones para volúmenes mayores referirse a la reglamentación sectorial específica.

## **5. Sistema de agua pulverizada**

Un sistema de agua pulverizada es un conjunto de tuberías fijas y conectadas a un sistema de abastecimiento de agua para protección contra incendios y dotado de boquillas pulverizadoras.

La red de tuberías se conecta al abastecimiento de agua mediante una válvula activada manual y automáticamente (puesto de control). El accionamiento automático de la válvula se activa mediante detección automática de incendios instalada en el área que se protege.

Se instalan cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo sea necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de su estructura, y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Según las normas UNE específicas, Se debe prestar una atención especial a los diferentes tipos de boquillas pulverizadoras. Su emplazamiento se fijará en función de la superficie a proteger, de las características de la descarga y de la clase de riesgo.

Las tuberías a emplear serán de acero con o sin soldadura siempre que soporten como mínimo una presión de trabajo a 12 *Kg/cm<sup>2</sup>*.

Se utilizará tubería galvanizada, excepto cuando este tipo de protección pueda ser atacado por atmósferas corrosivas, por el agua o por los aditivos de ésta.

Los accesorios serán aptos para usar en sistemas contra incendios teniendo en cuenta que la presión de trabajo no podrá ser menor de 12 *Kg/cm<sup>2</sup>*. Los accesorios serán de acero, fundición dúctil o maleable. Cuando las tuberías sean galvanizadas los accesorios también lo serán.

Las válvulas serán del tipo normalizado. Se recomienda que cualquier válvula cuyo cierre pueda suponer el bloqueo del paso de agua lleve una supervisión de su posición, produciendo una alarma cuando esté cerrada.

## **6. Sistemas de espuma física**

Se instalan en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación y, en general, cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendios, puedan propagarse a otros sectores.

Se producirá la descarga de espuma en el interior de los tanques, desde bocas de descarga de espuma.

## **7. Sistema de alumbrado de emergencia**

Estas son las alarmas visibles, que se deben instalar en edificios industriales con una ocupación mayor o igual a 10 personas, y con riesgo intrínseco alto. También en los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios. Las características del sistema se establecen en el Anexo III del RSCIEI.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Las alarmas visibles, o alumbrado de emergencia, generan señales de aviso o de emergencia. Estarán ubicados en las esquinas de los sectores a proteger, con una altura de 3 metros desde el suelo. Se dispondrán, para la zona del cubeto de 4 señales luminosas de aviso o emergencia, tipo flash, con una velocidad de flashes no superior a 2 flashes por segundo (2 Hz), y no menos de 1 flash por segundo (1 Hz), según la NFPA 72.

Además de instalarse un dispositivo en la zona de bombas contra incendios y otro en la zona del taller almacén

## **8. Señalización**

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

La señalización deberá seguir las siguientes normas:

RD 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

UNE 23033 “Seguridad Contra Incendios. Señalización”

UNE 23034 “Seguridad Contra Incendios y seguridad. Vías de evacuación”

Se utilizarán señales para:

6 Pulsadores de alarma

1 Comunicación de alarma o sirenas

4 Extintores de incendio

6 Salidas de emergencia o vías de escape

## **9. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios**

Es el necesario para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, tales como:

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Red de bocas de incendio equipadas (BIE).

Rociadores automáticos.

Agua pulverizada.

Espuma.

Cuando en una instalación de un establecimiento industrial coexistan varios de estos sistemas, el caudal y reserva de agua se calcula considerando la simultaneidad de operación mínima establecida.

Para la zona del almacenamiento estudiada se seleccionaron tres sistemas de protección contra incendios principales. El caudal total requerido se obtiene con la suma de caudales para agua pulverizada (QAP) y para espuma (QE), y en todo caso como mínimo, el caudal de hidrantes (QH). La reserva de agua se obtiene como la suma de reservas de agua necesaria para agua pulverizada (RAP) y para (RE), que en todo caso será la reserva necesaria para el sistema de hidrantes (RH).

$$Q_{Total} = QAP + QE + QH$$

$$R_{Total} = RAP + RE + RH$$

Según estos sistemas de extinción seleccionados, el sistema de abastecimiento necesario es de tipo I, indicado en la norma *UNE 23500*.

#### **4.4. DISTANCIAS DE SEGURIDAD**

Se debe asegurar unas distancias mínimas exigidas entre los diversos tanques de almacenamiento, y de éstos a otras instalaciones fijas de superficie del parque. Dichas distancias, además, se han de tener en cuenta en el dimensionamiento del Sistema de Protección Contra Incendios.

Estas distancias mínimas exigibles se calculan según los cuadros I, II y III del artículo 7 de la norma, para la distancia entre instalaciones fijas de superficie; y según los cuadros IV y VI del artículo 9 de la misma norma, como se muestra en este anexo de esta memoria.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

#### 4.1.1 Distancias entre recipientes

El cálculo de la separación entre recipientes situados dentro de un mismo cubeto, se hace en base a los cuadros IV y VI del artículo 9 de la *ITC MI-IP-02*. Para ello se toma siempre en consideración el diámetro del tanque mayor o del que exija la mayor separación, eligiéndose al final el caso más restrictivo (mayor distancia). Para los hidrocarburos de clases B y C, los tanques no deben estar dispuestos en más de dos filas; y será necesario que cada tanque tenga adyacente una calle o vía de acceso que permita la libre intervención de los medios móviles contra incendios; el cual se ha diseñado con un ancho de la vía de 4 metros.

El cálculo dependerá de si el tanque es de eje vertical u horizontal, de si cuentan con techo fijo o techo flotante, de su diámetro y del tipo de hidrocarburo que almacene.

Las distancias mínimas de seguridad entre las paredes de los recipientes se obtienen según la **Tabla36**.

TIPO TANQUE	CLASE PRODUCTO	DIÁMETROS (D)		OBSERVACIONES
		D < 40 m	D > 40 m	
Techo fijo	B	0,80 D	40 m	Mínimo 2,5 m
	C	0,30 D		Máximo 17 m
	D	0,25 D		Mínimo 2 m
		D < 50 m	D > 50 m	
Techo flotante	B	0,5 D	25 m	Mínimo 2,5 m
	C	0,3 D		Máximo 17 m

**Tabla36.** Distancias mínimas de seguridad entre las paredes de los recipientes



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Producto	Clase producto	Tanque	Tipo Tanque	D (m)	Norma	D. Calculada(m)	Límites(m)
Gasóleo	C	T3	Techo fijo	28	0,30 D	8,4	Max 17
	C	T4	Techo fijo	23	0,30 D	6,9	Max 17
Gasolina	B1	T1	Techo fijo	23	0,80 D	18,4	Mín 2,5
	B1	T2	Techo fijo	28	0,80 D	22,4	Mín 2,5

**Tabla37** Distancias reales de seguridad entre las paredes de los recipientes

Según se observa en la **Tabla 37**, el caso de almacenamiento que requiere mayor distancia de separación (caso más restrictivo) corresponde al del producto de la clase B1 (*gasolina*), por lo que la distancia mínima de seguridad se impondrá en base al valor obtenido para éste.

El tanque de techo fijo T2, con producto de la clase B1, tienen un diámetro (D) de 28 m; por lo que se considera una distancia mínima calculada de 22,4 m, entre todas las paredes de los tanques.

#### 4.1.2 Coeficientes de reducción por medidas adicionales de protección

La *ITC MI-IP-02* clasifica las medidas de protección adicionales en tres niveles: el nivel 0, de obligado cumplimiento; el nivel 1, referido a sistemas fijos de extinción de incendio de accionamiento manual y brigada de lucha contra incendios propia; y el nivel 2, que incluye sistemas fijos de accionamiento automático o brigada de lucha contra incendios propia, y dedicada exclusivamente a esta función.

*La adopción de más de una medida o sistema de nivel 1, de distinta índole, equivale a la adopción de una medida de nivel 2; con lo cual, se determina que el sistema estudiado tiene dos medidas adicionales de nivel 2, por tanto tendrá un coeficiente de reducción de 0,7.*

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Producto	Clase producto	Tanque	Tipo Tanque	D (m)	Norma	D. Calulada(m)	Cof. Reducc.	D. Reducida	Límites(m)
Gasóleo	C	T3	Techo fio	28	0,30 D	8,4	0,7	5,88	Max 17
	C	T4	Techo fijo	23	0,30 D	6,9		4,83	Max 17
Gasolina	B1	T1	Techo fijo	23	0,5 D	11,5		8,05	Min 2,5
	B1	T2	Techo fijo	28	0,5 D	14		9,8	Min 2,5

**Tabla38** Reducción de Distancias reales de seguridad entre las paredes de los recipientes.

#### 4.5 DIMENSIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIOS

El objetivo de este apartado es describir las condiciones de diseño del Sistema de Protección Contra de Incendios de la zona de almacenamiento del parque.

En base a las recomendaciones dispuestas por las normas *NFPA*, la *ITC MI-IP-02*, el *RSCIEI* y las normas *UNE* correspondientes, el sistema cuenta con una red de agua y otra de espuma para la extinción de incendios, cuya función es llevar agua y/o espuma, desde los tanques correspondientes de agua y espumógeno hasta:

Las bocas de descarga de espuma en el tanque siniestrado.

Las boquillas pulverizadoras de agua para refrigeración del tanque incendiado y de los tanques afectados.

Las lanzas-monitores de espuma a lo largo del perímetro del cubeto.

##### 4.5.1 Bases de diseño

Las condiciones técnicas del proyecto vienen marcadas, principalmente, por:

La capacidad de almacenamiento de la planta.

El tipo de productos almacenados.

La forma y situación del almacenamiento.

La distancia a otros almacenamientos.

La normativa correspondiente.

Las bases que debe cumplir la instalación se muestran en la *Tabla 28*.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Agua	Suministro		<ul style="list-style-type: none"><li>Redes públicas (con <math>Q_{desc.}</math> y <math>P_{desc.}</math> adecuados)</li><li>Depósitos artificiales (con <math>Q_{desc.}</math> y <math>P_{desc.}</math> adecuados)</li><li>Depósitos naturales (mar, lago, río, canal)</li></ul>	
	Tomas de agua		<ul style="list-style-type: none"><li>Con acoples normalizados</li><li>Estratégicamente distribuidas</li></ul>	
	Presión mínima de diseño <sup>14</sup> (en todos los puntos de cada sistema específico de extinción)		7,5 kg/cm <sup>2</sup>	
	Caudal mínimo Refrigeración	Tanque techo fijo incendiado	15 l/min x m lineal de circunferencia	
		Tanque adyacente afectado	Situado a $< 1,5 R$ desde la pared del tanque incendiado (mínimo 15 m) 3 l/m <sup>2</sup> /min (sobre $\frac{3}{4}$ de la superficie lateral) para tanques de techo fijo con punto de inflamación $\geq 21$ °C	
	Autonomía (reserva)		5 horas	
	Red de agua	Distribución de red		En malla con válvulas de bloqueo suficientes para el aislamiento de secciones
		Tuberías	Aéreas	<ul style="list-style-type: none"><li>Material: acero</li><li>Tuberías independientes de la red de agua para uso industrial</li><li>Para el cálculos de secciones de tubería: garantizar los caudales requeridos en cada punto a la presión mínima de 7,5 kg/cm<sup>2</sup></li></ul>
			Enterradas	<ul style="list-style-type: none"><li>Material: justificar uso de cualquier material diferente del acero, y asegurar la resistencia mecánica</li><li>Profundidad mínima = 0,30 m</li><li>Proteger debidamente en lugares con temperaturas inferiores a 0 °C previstas.</li><li>El resto de características es igual que para las tuberías aéreas</li></ul>
			Trazado de tuberías	
		Protección de tuberías		Contra la corrosión
Espuma	Caudal mínimo		Espumante	4 l/min x m <sup>2</sup> de superficie a cubrir
			Reserva espumógeno	Cantidad mínima para proteger tanque que requiera más espumógeno
	Autonomía espumante		55 minutos	
	Autonomía agua para espuma		5 horas	
Grupos de bombeo	Nº mínimo		2	
	Fuente de energía de los grupos		Diferente para cada uno	
	Arranque		Automático	
	Parada		Manual	
	Medios para mantenimiento de la presión de la red		Automáticos	

**Tabla 39:** Bases de cálculo del Sistema PCI (ITC MI-IP-02)

Estas bases se resumen en:

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE TANQUES**

a. **Tanque incendiado:** 15 l/min por metro lineal de circunferencia.

b. **Tanque adyacente afectado:**

- Distancia: 1,5 R desde su pared con un mínimo de 15 m.

- Caudal: Techo fijo con punto de inflamación  $\geq 21^{\circ}\text{C}$ ; 3l/min/m<sup>2</sup> sobre  $\frac{1}{4}$  de la superficie lateral del tanque afectado.

c. **Autonomía:** 5 horas

El agua podrá proyectarse mediante instalaciones fijas de pulverización, monitores, equipos móviles, lanzas de mano o cañones lanza o por una combinación de estos.

**SISTEMA DE ESPUMA**

a. **Caudal mínimo:** Espumante: Tanques de techo fijo o pantalla flotante  
4 l/min/m<sup>2</sup> de superficie a cubrir.

b. **Reserva de espumógeno:** 55 min

c. **Porcentaje de mezcla:** 3%

d. **Autonomía agua:** 5 horas

Las redes de extinción de incendios deben garantizar en todo momento las condiciones de abastecimiento requeridas por el tipo de instalación estudiada. En base a este requerimiento se calcula y dimensiona el sistema, según se describe en los apartados siguientes.

Los cálculos se realizan teniendo en cuenta que en un caso de incendio real, en la mayoría de las veces, éste no se produce en toda la instalación, sino que tiene su inicio en un lugar determinado o foco de incendio, y que con el uso de los diferentes sistemas de detección y extinción, se puede llegar a eliminar el riesgo sin poner todo el sistema de protección en funcionamiento. Por ello las normas recomiendan realizar el estudio teniendo en cuenta el caso más restrictivo de la instalación, para el que se necesitarán un uso mayor de los recursos del sistema de protección.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

#### 4.5.2 Dimensionamiento del sistema de refrigeración con agua

Según la norma, además del tanque incendiado, todos los tanques que puedan estar expuestos a la radiación producida por el incendio en un tanque próximo, deben tener su superficie refrigerada para evitar el aumento de *temperatura* provocado por la condiciones del incendio.

##### 4.5.2.1 Demanda de agua de refrigeración en tanques

La tasa de aplicación de agua para la refrigeración de los tanques es de 15 l/min x metro lineal de circunferencia, para el tanque incendiado, y de 3 l/m<sup>2</sup>/min sobre ¼ de la superficie del tanque afectado, para tanques de techo fijo con punto de inflamación  $\geq 21$  °C, a mantener durante un mínimo de 5 horas (300 min).

El flujo teórico de agua de refrigeración demandada por los tanques, en caso de incendio en cada uno de ellos, se calcula multiplicando la tasa de aplicación de agua del tanque incendiado, por la longitud de circunferencia del tanque. Se considera un 10% de gradiente hidráulico, recomendado de forma general para nuevas instalaciones. Éste porcentaje se refiere al % de sobre-diseño por encima del caudal teórico, como consecuencia de la diferencia de presión en el punto de consumo con respecto a la presión teórica. Los valores obtenidos se muestran en la *Tabla 29*.

Producto	Tanque	D (m)	Altura (m)	(m2)	Q diseño (l/min/m)	Q teórcom3/h	Caudal +10%(m3/h)
Gasóleo	T3	28	20	439,824	15	395,84	435,43
Gasolina	T2	28	20	439,824		395,84	435,42
							870,85

**Tabla 40** Caudal de agua de refrigeración en tanque incendiado.

Producto	Tanque	D (m)	Altura (m)	(m2)	Q diseño (l/min/m)	Q teórico (m3/h)	Caudal +10%(m3/h)
Gasóleo	T3(T2)	28	20	109,956	3	19,79	21,77
Gasolina	T2(T1-T3)	23_28	20	200,277		36,05	39,65
							61,43

**Tabla 41** Caudal de agua de refrigeración en tanques afectados.

Por tanto el caudal necesario en caso de incendio es de 932,28 m<sup>3</sup>/h., para refrigeración de tanques incendiados y tanques afectados.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La condición más crítica (con mayor demanda de caudal), corresponde a los tanques, T2 de gasóleo y T3 de gasolina, que demandan un total de 435,43 m<sup>3</sup>/h de agua para refrigeración.

El tanque más crítico por afección es T2 afecta (1,5\*R= 21 m) a T1, T3, demandando un caudal de 475,08 m<sup>3</sup>/h. El tanque T3 afecta (1,5\*R= 17,25 m) al T2 con un caudal de 457,2 m<sup>3</sup>/h, en caso de incendiarse. El Tanque T4 no afecta a ninguno por estar a 20,52 m > 17,25 m.

Los tanques incendiados se protegerán mediante un sistema de anillos con boquillas de agua pulverizada en su parte superior externa (**ver Figura 27**). Esto permitirá refrigerar cada área de la envolvente según requiera cada tanque. Su diseño será de acuerdo a las condiciones más restrictivas de entre lo indicado por las normas *UNE 23503* y la *NFPA 15*.

#### **Anillos para la refrigeración de la envolvente del tanque incendiado**

Nº anillos refrigeración tanque incendiado = **1**

Superficie a proteger = Área lateral tanque =  $2\pi \times r \times h = 2\pi \times 14 \times 20 = 1.759,30 \text{ m}^2$

Densidad descarga anillo = 15 l/min x m lineal de circunferencia.

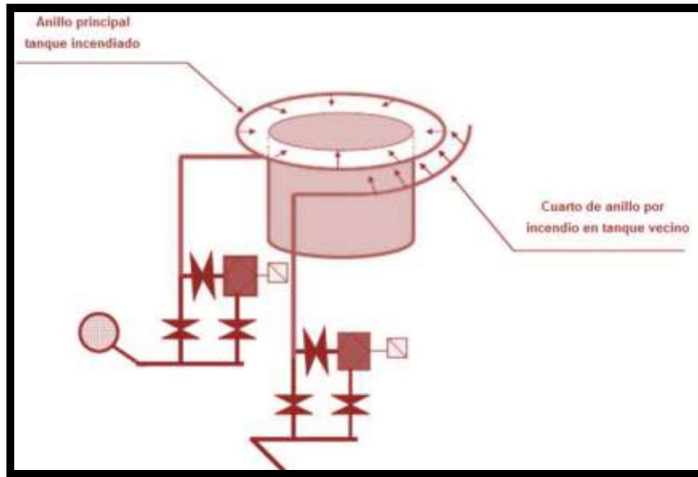
Longitud de circunferencia,  $L = 2\pi r = 2\pi 14 = 87,96 \text{ m}$

**QT2 anillo tanque +10% gradiente = 120 L/s = 435,43 m<sup>3</sup>/h**

**QT3 anillo tanque +10% gradiente = 120 L/s = 435,43 m<sup>3</sup>/h**

Para la protección de los tanques afectados se utilizarán cuartos de anillo que descargarán el caudal necesario para su refrigeración en caso de incendiarse un tanque vecino. El cuarto de anillo para el tanque afectado se instalará en el mismo, y estará conectado a la red del anillo principal del tanque incendiado, de tal forma que al incendiarse éste, se active la refrigeración del mismo y la de sus tanques vecinos afectados.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



**Figura 27** Anillo principal y cuartos de anillo para refrigeración de tanques

Para los tanques afectados por un solo tanque se instalará un cuarto de anillo, cuya longitud corresponderá con un cuarto de la longitud de la circunferencia del tanque; si están afectados por el incendio de dos tanques, se instalarán dos cuartos de anillo en los lados correspondientes, y así sucesivamente.

### ***Boquillas de agua pulverizada***

Para refrigerar la superficie de un tanque incendiado, generalmente se divide la altura total en dos o más zonas para focalizar la refrigeración del manto; pero ya que el objetivo es conseguir una cobertura adecuada con el menor número de boquillas posible y sin pérdida de agua pulverizada, se ha considerado el uso de un anillo de refrigeración. Según lo dicho anteriormente, y teniendo en cuenta que la distancia máxima entre boquillas debe ser de 3,5 m, según la norma *UNE 23503*, es posible calcular el número mínimo de boquillas del anillo, necesarias para refrigerar la envolvente del tanque.

Diámetro tanque T-111;  $D = 28 \text{ m}$

Longitud de circunferencia;  $L = 2\pi r = 2\pi 14 = 87,96 \text{ m}$

Distancia máxima entre boquillas;  $d_{\text{máx.}} = 3,5 \text{ m}$

Nº mínimo de boquillas;  $N^{\circ} \text{mín. boquillas} = 87,96 \text{ m} / 3,5 \text{ m} = 25,13 \text{ boquillas} \approx 26 \text{ boquillas}$



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Las boquillas deben situarse como máximo a 2 ft (0,6 m) de la superficie del tanque, excepto en situaciones en que los tanques estén situados en el interior, en donde no influyen las condiciones de viento.

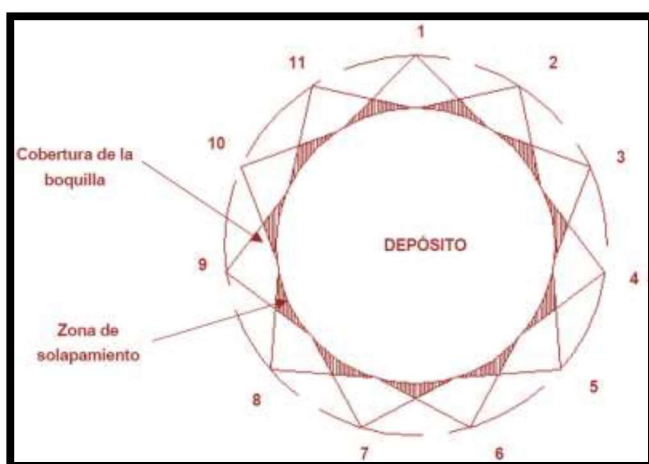
Según las normas citadas, el caudal de descarga de cada boquilla viene determinado por la presión mínima de descarga en la boquilla más crítica debe ser como mínimo 1,4 bar (20 psi).

#### 4.5.2.2 Caudal de la boquilla. Refrigeración de la pared del tanque incendiado

$$QT2Boquilla = Q_{Total\ necesario\ anillo} / n^{\circ} boquillas = (120\ l/s) / 26 = 4,61\ L/s$$

$$QT3Boquilla = Q_{Total\ necesario\ anillo} / n^{\circ} boquillas = (120\ l/s) / 26 = 4,61\ L/s$$

En resumen, el sistema estará compuesto por 1 anillo para refrigeración de la pared del tanque, alejado 0,6 m de la pared, con 26 boquillas pulverizadoras de agua, separadas 3,5 m entre sí. Las boquillas son del modelo E, tipo VK817 del fabricante Viking, <sup>5</sup>, un ángulo de descarga de 180° y una distancia radial de cobertura de 1,85 m a cada lado del su eje.



**Figura28** Ejemplo de distribución y solapamiento de las boquillas de un tanque que requiere de 11 boquillas para su refrigeración.



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**4.5.2.3 Caudal de la boquilla. Refrigeración de la pared del tanque afectado**

$QT1-T3Boquilla = Q_{Total\ necesario\ anillo} / n^{\circ}\ boquillas = 39,65\ m^3/h = 0,55\ l/s / 2 = 0,30\ l/s$  con dos cuartos de anillo.

$QT2Boquilla = Q_{Total\ necesario\ anillo} / n^{\circ}\ boquillas = 21,77\ m^3/h / 2 = 0,30\ l/s$ , con un solo cuarto de anillo.

Se usa el mismo procedimiento para el cálculo de los  $\frac{1}{4}$  de anillos principales del resto de tanques.

$\frac{1}{4}$  Longitud de circunferencia;  $L = 2\pi r$

Distancia máxima entre boquillas  $d_{m\acute{a}x.} = 3,5\ m$

$N^{\circ}\ m\acute{i}n.\ boquillas = 1/4\ longitud\ de\ circunferencia / d_{m\acute{a}x.} = 5,45\ m / 2,05\ m = 2$

Distancia de boquillas a pared tanque;  $d = 0,6\ m$

Caudal de descarga de cada boquilla;

$Q_{Boquilla} = Q_{Total\ necesario\ anillo} / n^{\circ}\ boquillas$

Presión mínima en la boquilla;  $P_{m\acute{i}n.} = 3,5\ bar$

Al mantenerse la distancia de 0,6 m de las boquillas a la pared del tanque, y el 10% de solapamiento mínimo indicado por la norma, el ángulo de descarga es el mismo que en el caso anterior ( $180^{\circ}$ ).° y una distancia radial de cobertura de 1,85 m a cada lado del su eje.

**4.5.3 Dimensionamiento del sistema a base de espuma**

Según la *NFPA 11* y la *ITC MI-IP-02*, todos los tanques atmosféricos verticales que almacenen productos inflamables o combustibles, deben protegerse con sistemas fijos y/o semi-fijos de suministro de espuma física para extinción de incendios, de aplicación superficial y/o sub-superficial dependiendo del producto contenido, como se indica en la *Tabla 38*.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

	LÍQUIDOS INFLAMABLES		LÍQUIDOS COMBUSTIBLES	
PRODUCTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gasolinas</li> <li>Crudo</li> <li>Recuperado de trampas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Polares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diésel</li> <li>Diáfano</li> <li>Turbosina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Combustóleo</li> <li>Asfalto</li> <li>Residuos pesados calientes</li> </ul>
TIPOS DE TANQUE	Atmosférico vertical de techo fijo con o sin membrana interna flotante	Atmosférico vertical de techo fijo con membrana interna flotante	Atmosférico vertical de techo fijo	Atmosférico vertical de techo fijo
	Atmosférico vertical de techo flotante	Atmosférico vertical de techo flotante	Atmosférico vertical de techo flotante	
INYECCIÓN SUPERFICIAL	Sí	Sí	Sí	Sí
INYECCIÓN SUBSUPERFICIAL	Sí para tanque atmosférico vertical de techo fijo con o sin membrana flotante (NO para atmosférico vertical de techo flotante)	No	Sí	No

**Tabla42:** Sistema de inyección de espuma en función del tipo de producto almacenado (NFPA 11)

Se aplicará espuma física de baja expansión en inyección superficial en el tanque siniestrado. El diseño del sistema a base de espuma se realiza en base a lo establecido en las normas *UNE-23521/22/23/24/25/26* y las normas *NFPA* correspondientes.

Para crear la espuma, se necesitan tres componentes: agua, espumógeno y aire. El agua se mezcla con el espumógeno en el proporcionador dando lugar al espumante, el cual se mezclará con aire en el mezclador, que en el momento de su proyección o salida de la red se convierte en espuma física que sofoca el fuego.

Para definir las características del sistema, se debe determinar, primero, la demanda de los tres elementos que forman la espuma.

#### 4.5.3.1 Demanda de espumante en tanques

Se procede a calcular la demanda de espumante en los tanques. Ésta se obtiene multiplicando el caudal mínimo de aplicación establecido por la *UNE-23523*, por el tiempo

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

mínimo de descarga indicado por norma, siendo la cantidad final necesaria para el dimensionamiento del sistema, el mayor valor de entre los resultados.

La descarga superficial de espuma puede realizarse mediante bocas fijas de tipo I (descargan la espuma suavemente sobre la superficie del líquido, sin sumergirla en éste y sin producir agitación) o de tipo II (diseñadas para reducir la inmersión de la espuma en el líquido y la agitación de su superficie. Cuando se utilizan con espumas tipo antialcohol, debe consultarse al fabricante de las mismas.), aunque la más utilizada es la de tipo II.

Para los tanques de techo fijo, la norma *UNE-23523*, establece el caudal mínimo de espumante en 4 l/min x m<sup>2</sup> de superficie a proteger durante un tiempo mínimo de 55 min. Con ello se define en la *Tabla 40*, la demanda requerida de espumante, en L/min. El volumen total de espumante, en litros, se obtiene multiplicando la demanda de espumante en L/min de cada tanque, por el tiempo mínimo de autonomía de espumante requerido por la norma (55 min), cumpliéndose en todos los casos, el tiempo mínimo requerido para las bocas de descarga de tipo II.

Producto	Tanque	Diámetro	Superficie	Q (l/minxm <sup>2</sup> )	Q (l/min)	T. descarga (min)	V. espumante(l)
Gasóleo	T3	28	615,75	4	2.463,00	55	135.465,00
	T4	23	415,48		1.661,92	55	91.405,60
gasolina	T1	23	415,48		1.661,92	55	91.405,60
	T2	28	615,75		2.463,00	55	135.465,00

**Tabla 43:** Demanda de espumante. Bocas fijas de descarga

Tanto la *NFPA 11* como la norma *UNE 23523* sobre espumas, establecen la necesidad de contar, de forma adicional, con equipos auxiliares, tales como mangueras manuales, lanzas, formadores o monitores de espuma, para la protección de pequeños fuegos, provocados por los posibles derrames de producto en el cubeto de retención.

La norma indica un caudal de solución de espuma para cada uno de los equipos auxiliares de 200 L/min.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La cantidad de equipos y el tiempo de descarga mínimos, para tanques de techo fijo, se obtiene en función de tanque de mayor diámetro contenido en el cubeto, según se establece en las *Tabla 41* y *Tabla 42*.

Diámetro del tanque mayor (m)	Nº mínimo de equipos	Tiempo mínimo de funcionamiento (min)
Hasta 10	1	10
10 a 20	1	20
20 a 30	2	20
30 a 35	2	30
más de 35	3	30

**Tabla 44:** Nº mínimo de equipos auxiliares y tiempo de funcionamiento (UNE 23523)

Tanque	Diámetro	Nº Equi. Aux.	Nº Equi. Usados	T min. Funcion (min)	T. descarga(min)	Q total (l/min)	V. total (l)
T2	28	2	4	30	55	1.200	66000
T4	23						
T1	23						
T2	28						

**Tabla 45:** Demanda de espumante. Equipos auxiliares (UNE 23523)

Un caudal total de espumante de 1 200 L/min (200 L/min por equipo)

Un volumen total de espumante de 66 000 L (16.500 L por equipo)

#### 4.5.3.2 Tipo de espumógeno utilizado

El espumógeno empleado para la producción de espuma en la planta estudiada, es de base proteínica, tipo FFFP (*Film-Forming FluoroProtein Foam Concentrates o Espuma Fluoroproteínica Formadora de Película*). Este tipo de espumógeno, se utiliza principalmente para la protección de tanques de hidrocarburos.

El porcentaje de espumógeno en la mezcla acuosa de espumante se encuentra generalmente entre 1%v y el 6%v; siendo los valores más comunes, 1%v, 3%v y 6%v.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Un espumógeno del 3%v es más concentrado que uno del 6%v, por lo tanto requiere menos espumógeno para producir el mismo caudal de espumante. Además, los espumógenos más concentrados, como el de 3%v, permiten que se reduzca al mínimo la cantidad de espacio requerido para el almacenamiento, y el coste de transporte del producto concentrado.

Se ha seleccionado el fabricante de espumógeno SABO Española. Su producto HYDREX 3 para mezclas al 3%, está pensado para su uso en hidrocarburos combustibles clasificados como inmiscibles en agua (los llamados combustibles no polares), como los diferentes petróleos crudos, gasolina, diésel, combustibles de aviación e hidrocarburos de baja solubilidad en agua como éter metil-terbutílico (MTBE) o biocombustibles con un contenido máximo en etanol del 15%. Es ideal para la extinción rápida de derrames, la respuesta de emergencia en aeropuertos, la protección eficaz de depósitos de almacenamiento, los sistemas fijos de agua pulverizada, etc. Las características y propiedades del mismo se encuentran en el ANEXO E.

#### **4.5.3.3 Demanda de espumógeno**

Según indicaciones de la norma *UNE-23523*, la cantidad total de espumógeno será la que corresponda a la suma de los caudales del espumante requerido por las bocas fijas y los medios auxiliares durante los tiempos mínimos de aplicación, más la cantidad correspondiente al llenado de las tuberías y la cantidad de reserva.

El sistema de espuma se diseña normalmente considerando que solamente un tanque se ve afectado por el fuego; pero, de cualquier forma, la cantidad de espumógeno debe basarse en el riesgo más desfavorable que pueda producirse en el grupo de tanques a proteger, en función de la superficie líquida, del caudal de aplicación, del tipo de líquido, del tipo de boca de descarga, etc.

En este proyecto, se genera espuma física de baja expansión a partir de un concentrado de espuma con un 3% de espumógeno Hydrex 3. En base a ello, y dados los caudales de

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

espumante obtenidos en el apartado *B.1.3.1*, se obtienen los caudales de espumógeno de la *Tabla 44*, siendo el agua el 97% del espumante restante.

Equipo	Q espumante(l/min)	Vol. Espumante (l)	% espumógeno	Q espumógeno (l/min)	V. espumógeno(l)
Bocas fijas	2.463	135.465,0	3%	73,89	4.063,95
Medios auxiliares	1.200	66.000,0		36,00	1.980,00
reserva	3.663	201.465,0		109,89	6.043,95
			Total	219,78	12.087,90

**Tabla 46** Demanda de espumógeno caso + desfavorable

#### 4.5.3.4 Depósito de espumógeno

Para cumplir con las necesidades de espumógeno del sistema diseñado (12.087,90 L para 55 min de funcionamiento), se han seleccionado del fabricante SABO Española, un depósito doble vertical de membrana, modelo SEMXC- I-2X, de 6.500 L cada uno, con las características del ANEXO E, y con conexión a un proporcionador (mezclador) de 4”.

El proporcionador (mezclador) para depósitos de membrana, se ha seleccionado del mismo fabricante, modelo MIX, con las características del ANEXO E, capaz de suministrar entre 60 l/min y 400 l/min de espumógeno, y con un diámetro de entrada de agua y de salida de espumante de 2”.

La mezcla del espumógeno con el agua se hace a través de un circuito formado por los dos tanques de espumógeno. Del circuito de impulsión de la bomba sale la tubería de agua para espuma con 11 800 L/min y 200 mm de diámetro a 6,3 m/s, que se bifurca en dos, enviando cada línea, con 5 900 L/min al proporcionador conectado a los tanques en paralelo. De los proporcionadores sale la corriente de espumante cada una con 5 526 L/min, y al final ambas se unen para dar lugar a una única corriente de espumante de 11 052 L/min que desemboca en los puestos de control de espumante. Para el caudal de salida de espumante en los proporcionadores, se requiere un diámetro de 200 mm (8”) y una velocidad de 2,9 m/s, según las tablas del fabricante.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

#### 4.5.3.5 Demanda de espuma en tanques

La cantidad de espuma demandada se obtiene a partir de los caudales de espumante obtenidos, y de la relación de expansión utilizada.

En general las espumas de baja expansión son bastante densas y tienen un alto contenido en agua; lo cual les permite apagar por sofocación y enfriamiento con la aplicación de una pequeña capa de espuma. Cuanto mayor es la expansión de la espuma, menor es su contenido en agua, y mayor el tamaño de sus burbujas. Por ello, se ha seleccionado un coeficiente de expansión de 7, lo más bajo posible para obtener espumas con un tamaño de burbujas menor, con mayor contenido en agua y con mejores resultados.

Los caudales de espuma se estiman en la *Tabla 45*, a partir de la relación de expansión de los caudales de espumante obtenidos. Según esos resultados, el caso más desfavorable (tanques grandes de gasóleo y gaolina), requiere un caudal de espuma, para las bocas fijas, de 11.634,44 L/min o de 639.839,20 L para un tiempo mínimo de aplicación de 55 minutos.

Diámetro(m)	Q Espumante (l/min)	V. Espumante (l)	Relación expansión	Q espuma (l/min)	V. espuma(l)
23	1.661,92	91.405,60	7,00	11.633,44	639.839,20
28	2.463,00	135.465,00		17.241,00	948.255,00
28	2.463,00	135.465,00		17.241,00	948.255,00
23	1.661,92	91.405,60		11.633,44	639.839,20

**Tabla 47** Demanda de espuma bocas fijas de descarga

#### 4.5.3.6 Bocas de descarga y cámaras de espuma

Según lo establecido por la *NFPA 11* y la norma *UNE 23523*, se ha determinado que en tanques de techo fijo, con o sin membrana flotante, y que almacenen productos inflamables o combustibles, la espuma se aplicará mediante bocas fijas de descarga de tipo II. El número mínimo de bocas de descarga de espuma, y por lo tanto de cámaras de espuma, utilizados en la protección de tanques de techo fijo con inyección de tipo superficial, se obtiene según la *Tabla 46*.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Diámetro tanque o Superficie equivalente (m)	Nº mínimo de bocas
Hasta 25	1
25 a 35	2
35 a 45	3
45 a 50	4
50 a 55	5
55 a 60	6

**Tabla 48:** Nº mínimo de bocas de descarga (UNE-23523)

En la **Tabla 48** se muestra el número mínimo de bocas de descarga para los tanques almacenados en el parque y la distancia entre ellas. Cuando se requiera de dos o más bocas de descarga, éstas se colocan equidistantes entre sí.

Todas las bocas de descarga se fijarán en la parte alta de la virola, y por la parte externa de la envolvente de los tanques, y estarán provistas de un sello de vidrio para evitar que los vapores de producto se introduzcan y condensen en el interior de las líneas de espumante. El sello debe ser lo suficientemente delgado para garantizar su ruptura a una presión de 3,5 bares.

Producto	Tanque	D (m)	Nº mín. bocas	Lon. Circunferencia (m)	D.entre bocas (m)
Gasóleo	T3	28	2	87,96	43,98
	T4	23	1	78,57	78,57
Gasolina	T1	23	1	72,26	72,26
	T2	28	2	87,96	43,98

**Tabla 49:** Nº mínimo de bocas de descarga por tanque

Para cumplir con los caudales de espuma y espumante, y la presión mínima requeridos, se selecciona la cámara de espuma SE-CS-15 de la empresa SABO española para los tanques de 23 m de Ø y SE-CS-20 para los tanques de 28 Ø. Sus características y propiedades se recogen en el *ANEXO E*. La cámara tiene un diámetro para la entrada de



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

espumante de 4", y de salida de espuma de 8"; y trabaja a una presión de 5 bar, que cumple con el mínimo de 3,5 bar que indica la normativa.

Además, se incluye el vertedero de espuma del mismo fabricante, modelo VF-20, de 10" y versión DIN. En el ANEXO E se recogen sus características y propiedades.

En caso de incendio, las cámaras de espuma se activarán de forma automática desde la sala contra incendios, mediante electroválvulas accionadas por un sistema automático de detección de incendios instalados en los tanques (*Ver ANEXO E*). La señal automática de detección, proveniente de los detectores de calor instalados, será enviada a las electroválvulas que enviarán el caudal de espumante requerido hacia el tanque incendiado.

Las características generales para las cámaras de espuma de todos los tanques del parque se recogen en la *Tabla 48*.

Producto	Tanque	Nº mín. bocas	Q descarga (l/min))		Cámara espuma	Diámetro ")	
			Epumante	espuma(7 expan)		Espumante	Espuma
Gasóleo	T3	2	1.661,92	11.633,44	SE-CS-20	4	8
	T4	1	1.213,50	8.494,50	SE-CS-15	4	8
Gasolina	T1	1	1.231,50	8.620,50	SE-CS-15	4	8
	T2	2	1.661,92	11.633,44	SE-CS-20	4	8

**Tabla 50:** Características cámaras de descarga de espuma

Para las cámaras de modelo SE-CS-15 y SE-CS-4 se seleccionan los proporcionadores de los modelos VF-15 y VF-4, respectivamente.

Todas las cámaras descargan a una presión de 5 bares y se han seleccionado del catálogo de la empresa SABO española. Sus características y propiedades se recogen en el ANEXO

### 5.2.3.7 Demanda de espuma en cubetos

El caudal de espuma para el cubeto de retención es el correspondiente al caudal necesario para los medios auxiliares. El caudal de espumante requerido por los medios auxiliares se ha calculado en los apartados anteriores. En la *Tabla 49* se muestran los caudales de espuma obtenidos.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Tanque	Diámetro	Q total (l/min)	V. total espumante (l)	R. expans.	Q Espuma (l/min)	V. total Espuma (l)
T2	28	1.200,00	66.000,00	7	8.400,00	462.000,00
T4	23					
T1	23					
T2	28					

**Tabla 51:** Demanda de espuma equipos auxiliares en cubeto

### 5.2.3.8 Monitores de espuma para cubetos

Para la protección del cubeto se requiere un caudal total de espuma de 8 400 L/min (462 000 L para un tiempo de aplicación de 55 min y una relación de expansión de 7). Con esto, cada uno de los dos equipos auxiliares (vertederas de espuma) entregará un caudal de espuma de 4.200 L/min (231 000 L); abarcando, con la descarga, un área de superficie de 630 m<sup>2</sup> cada una, que equivale a 0,15 veces el caudal (en L/min) descargado por la boquilla del equipo (Según *UNE 23523*, el área de descarga de los equipos auxiliares posicionados en el cubeto, será igual al valor expresado en m<sup>2</sup>, de 0,15 veces el caudal de la boquilla, expresado en L/min).

La descarga de espuma en el cubeto se realizará mediante monitores de espuma de baja expansión situados a lo largo del perímetro del cubeto, y activados de forma automática desde la sala contra incendios, mediante electroválvulas accionadas por un sistema automático de detección de incendios instalados en los cubetos. La señal automática de detección, proveniente de los detectores de calor instalados, será enviada a las electroválvulas que enviarán el caudal de espumante requerido hacia la zona incendiada. Para cumplir con los requisitos establecidos, se ha seleccionado un modelo de monitor de espuma “KOBRA” auto-oscilante y de mando con palanca, modelo SE-UAKM-L-S2-4X de 4”, del catálogo de productos del fabricante *Sabo Española*, capaz de suministrar un caudal de hasta 7 000 L/min. Además se seleccionan dos lanzas de espuma modelo SE LS-70-4G de 4” y caudales hasta 7 000 L/min; y tres lanzas de espuma “FIREX” de chorro lleno y nebulizado, modelo SE-FX-50-I de 4”. Sus características se recogen en el ANEXO E.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 5.2.3.9 Demanda de agua para espuma

Se genera espuma física de baja expansión a partir de un concentrado de espuma con un 3% de espumógeno; el 97% del espumante restante es agua. La cantidad de agua necesaria para generar espuma, en el caso más desfavorable (tanques grandes de gasóleo), se recoge en la *Tabla 50*.

Equipo	Q espumante(l/min)	Vol. Espumante (l)	% agua mezcla	Q agua (l/min)	Q agua +10%(l/min)	Vol. Agua+10%(l)
Bocas fijas	2.463	135.465,0	97%	2.389,11	2.628,02	149.011,5
Medios auxiliares	1.200	66.000,0		1.164,00	1.280,40	72.600,0
reserva	3.663	201.465,0		3.553,11	3.908,42	221.611,5
Total	7.326	402.930,0		7.106,22	7.816,84	443.223,0

**Tabla 52:** Demanda de agua para espuma (caso + desfavorable)

Se necesita un volumen de agua de 443.223 L (443,22 m<sup>3</sup>) para un tiempo mínimo de aplicación de espuma de 55 minutos.

### 4.5.4 Clase y tipo de abastecimiento

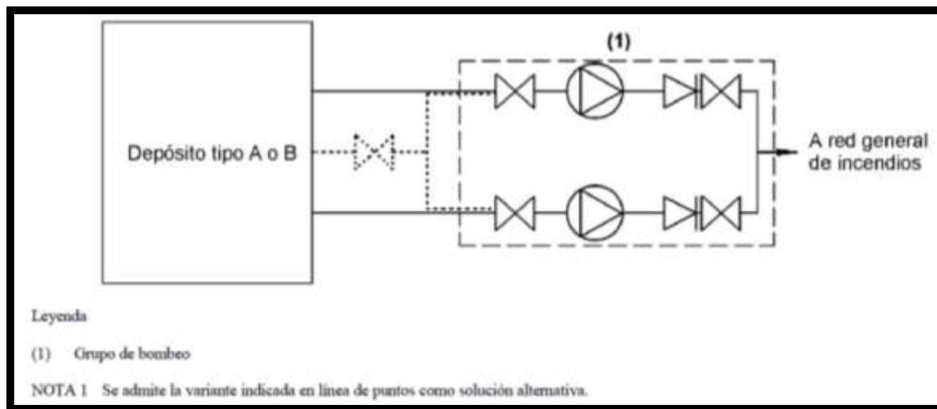
Según la norma *UNE 23500*, a cada sistema de protección se le exige una clase de abastecimiento mínimo aceptable, que para sistemas combinados deben ser abastecimientos superiores o dobles, diseñados para suministrar agua a más de un sistema de lucha contra incendios. De acuerdo a la *ITC-MI-IP-02*, la instalación deberá disponer de una red de suministro de agua interior, en forma de malla, con al menos dos estaciones de bombeo accionado por dos fuentes de energía distintas; y que garantice el suministro de agua a 7,5 kg/cm<sup>2</sup> (7,4 bar) en todos los puntos de la red (Desde la salida del sistema de impulsión hasta los puntos de alimentación de cada sistema específico de extinción).

Para seleccionar la clase de abastecimiento utilizado, se debe seleccionar primero el tipo de fuente de agua adecuado a la instalación protegida. Según la norma *UNE 23500*, las

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

fuentes de agua pueden ser de tipo A (red de uso público), B (fuente inagotable) y C (depósitos).

Para abastecimientos de categoría I con las condiciones mínimas estipuladas por la *ITC MI-IP-02*, es necesario un abastecimiento de clase SUPERIOR C (fuente de agua tipo C, en depósito de tipo B para alimentación de bombas y/o aljibes, con dos o más equipos de bombeo) (Ver Figura 12).



**Figura 29:** Abastecimiento superior C. Depósito A o B con dos o más equipos de bombeo

#### 4.5.5 Caudal, presión y autonomía del sistema de abastecimiento

Los caudales y tiempos de autonomía que debe asegurar un abastecimiento de agua contra incendio se determina en función de los sistemas específicos de protección a los que haya que alimentar; lo cual lo convierte en sistema combinado.

Como se indica en el apartado A.3.2 del anexo, para los dos sistemas de protección contra incendios principales, el caudal total requerido se obtiene como la suma de caudales para agua pulverizada ( $QAP$ ), para espuma ( $QE$ ). La reserva de agua se obtiene como la suma de reservas de agua necesaria para agua pulverizada ( $RAP$ ), para ( $RE$ ) incluidos los sistemas auxiliares.

$$Q_{Total} = QAP + Q \text{ (Agua pulverizada + agua para espuma).}$$

$$R_{Total} = RAP + RE$$

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El tiempo de autonomía para el sistema de espuma es el correspondiente a la suma del tiempo de autonomía del sistema y el tiempo necesario para la reserva de espumante, que equivale a poner el sistema en funcionamiento una segunda vez 55 min x 2 (110 min) (ver Tabla 53).

Sistema	Q Agua necesar.(m3/min)	T autonomía (min)	Q Abastecim. (m3/min)	Q Abastecim. (m3/h)	Vol. Agua (m3) (5 H)
Refrigeración	4,09	300,00	8,01	480,74	2.403,72
Boca descarga	2,63	110,00			
Espuma Elementos auxiliares	1,29	110,00			
Reserva	8,01				
		Total	16,02	961,49	4.807,45

**Tabla 53:** Volumen del depósito de agua

La presión mínima, más restrictiva, requerida por la norma en toda la red es de 12 bar, 12,23 kg/cm<sup>2</sup>).

#### 5.5.6 Sistema de impulsión

Según la norma *UNE 23500*, a cada fuente de agua le corresponde un sistema de impulsión que permita mover el líquido del depósito de agua contra incendios a los diferentes sistemas de protección, manteniendo las condiciones de presión y de caudal requeridos. Los sistemas de impulsión comunican la energía necesaria al fluido para que éste se desplace por los diferentes sistemas hasta el punto o altura requerida.

La cantidad de energía necesaria para mover al fluido depende de muchos factores.

Con la ecuación de Bernoulli aplicada a los extremos del sistema en estudio, se puede calcular la energía (W) que se debe transmitir a la unidad de masa del fluido en movimiento. Con dicha energía y el caudal másico de flujo a mover (m), se obtiene la potencia teórica necesaria (P) para el fluido en cuestión.

$$P = m \times W \text{ (B)}$$

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Nº EQUIPOS DE BOMBEO REQUERIDOS	Nº GRUPOS DE BOMBEO ADMITIDOS	ACCIONAMIENTO POR MOTORES	
		SOLUCIÓN A	SOLUCIÓN B
2	2 (del 100% de $Q_n$ cada uno)	1 diésel + 1 eléctrico	2 diesel
2	3 (del 50% de $Q_n$ cada uno)	2 diésel + 1 eléctrico	3 diésel

**Tabla 54:** Posibilidades de accionamiento de los sistemas de bombeo

- . 2 bombas principales, una con motor diésel y otra con motor eléctrico, capaces de suministrar, cada una, el 100% del caudal nominal requerido.
- . Además de 1 bomba mantenedora de presión o bomba jockey de presurización, con motor eléctrico, para mantener la presión del sistema en 12 bar (12,23 kg/cm<sup>2</sup>) como mínimo. En el momento en que caiga la presión, por la activación de un sistema, arrancará la bomba jockey para reponer dicha presión, hasta que sea necesaria la entrada en funcionamiento de la bomba principal.

#### 5.5.6.1 Caudal y Selección de la unidad de bombeo

La selección de la unidad de bombeo se realiza en base a tres factores fundamentales: el caudal que debe impulsar, la altura neta de succión positiva (NPSH, por sus siglas en inglés) y la altura útil de la bomba, en la que se tienen en cuenta las pérdidas de presión máximas en la red.

La NPSH es la altura que necesita la bomba para realizar la aspiración del fluido.

La altura útil es una medida de la potencia que se debe obtener de la bomba.

Ambas alturas se calculan aplicando la ecuación de Bernoulli. En el cálculo de la NPSH, la ecuación se aplica entre el punto desde el que se produce la aspiración y la entrada de la bomba; mientras que para el cálculo de la altura útil, la ecuación se aplica entre el punto inicial de aspiración y el punto final más alto de descarga del sistema de protección.

Para calcular el NPSH se define y calcula primero el circuito de aspiración de la bomba, y para calcular la altura útil es necesario a su vez, definir y calcular el circuito de impulsión de la bomba.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Tras calcular estos parámetros, junto al caudal, se selecciona la bomba en función del catálogo y las curvas de los fabricantes.

Qn sistema (m3/h)	480,74	Q bomba (m3/h)	Pres. mínima		
Equipo			Kg/cm2	m.c.a.	bar
Bomba principal 1		489,74	12,23	99	12
Bomba principal 2		489,74	12,23		

**Tabla 55:** Caudales nominales de las bombas principales

Puede ser a partir de la siguiente ecuación de continuidad:

$$Q = v \times S = v \times \pi \times D^2 / 4$$

Dónde:

*Q Caudal del fluido en m3/s*

*v Velocidad del fluido en m/s*

*S Sección de la tubería en m2*

*D Diámetro interior de la tubería de acero , en mm.*

$$D = \sqrt{4 \times Q / v \times \pi} =$$

$$= \sqrt{(4 \times 480,74 \text{ m}^3/\text{h}) / (3600 \text{ s/h}) / 3,38 \text{ m/s} \times \pi} = 0,224 \text{ m} \approx 224 \text{ mm}$$

El valor obtenido no es un valor normalizado, con lo que se selecciona el valor inmediatamente superior a éste (*ver Tabla 56*), para reducir la velocidad de la tubería, según las tablas de dimensiones normalizadas de la norma *ANSI/ASME B36.10*.

Øinterior calculado (mm)	Øinterior aprox (mm)		Espesor (mm)	Ø nominal (mm)
	ANSI/ASME B36.10			
224	250		9,53	300

**Tabla 56:** Diámetro y espesor de tubería de aspiración

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

$$v = 4 \times Q / \pi \times D^2 = (4 \times 480,74 / 3600) / \pi \times 0,300^2 = 3,06 \text{ m/s} < 3,38 \text{ m/s. Es adecuada.}$$

### ***Cálculo del NPSH***

La altura de succión neta positiva (NPSH) define la diferencia entre la presión del líquido en el eje impulsor y su presión de vapor a la temperatura que se realiza el bombeo. Para su cálculo se tomara la cota de la bomba como origen de alturas.

#### **NPSH requerido (NPSHr)**

Es la NPSH mínima que se necesita para evitar la cavitación en la bomba, ya que proporciona el valor en que la presión absoluta, en el punto de succión de la bomba, debe exceder a la presión de vapor del líquido. Es un parámetro característico de la bomba, por lo que viene generalmente proporcionado por el fabricante.

NPSHdisp. > NPSHreq. Esta condición debe cumplirse en la totalidad del margen de funcionamiento admisible de una instalación de bombeo. Es el caso, si el valor NPSHdisp. [m] es superior en un margen de seguridad – normalmente 0,5 m – al valor NPSHreq. [m].

#### **NPSH disponible (NPSHd)**

El NPSH disponible a la entrada de la bomba depende de las características de la instalación y del líquido a bombear; es independiente del tipo de bomba y se calcula de acuerdo a las condiciones atmosféricas y de la instalación u operación.

$$NPSHd = 10^5 (p' - p_t) / \rho \cdot g + eZ - Z =$$

$$NPSHd = 10^5 [(1,0 - 0,023) / 1000 \cdot 9,81] + 1 \text{ m.c.a.} - 0,49 \text{ m.c.a.} = \mathbf{10,46 \text{ m.c.a.} > 5\text{m.}}$$

Dónde:

NPSHd Altura neta de succión positiva, medida en metros de columna de líquido.

**La tensión de vapor  $p_t$  [bar abs.] del líquido a trasegar**



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La tensión de vapor de un líquido a una temperatura determinada (t) equivale a la presión bajo la cual el líquido empieza a hervir, si esta presión es ejercida sobre la superficie del líquido. (Ejemplo: agua hierve a 20 °C en un vacío de 0,023 bar abs.)

**La presión del gas  $p'$  [bar abs.] ejercida sobre el nivel del líquido en la aspiración.**

El conocimiento de esta presión es particularmente importante. Si el recipiente de aspiración o de acometida es atmosférico, la presión del gas equivale a la presión atmosférica ( $p' = 1$  bar abs.). En las instalaciones de la industria química, en la mayoría de los casos, se utilizan recipientes cerrados, en los que la presión existente difiere de la presión atmosférica (instalaciones bajo vacío o bajo presión). Si el líquido a trasegar se encuentra en el interior del recipiente en estado de ebullición, la presión del gas encima del nivel del líquido equivale a la tensión de vapor ( $p_t$ ) de este líquido a la temperatura (t) del mismo.

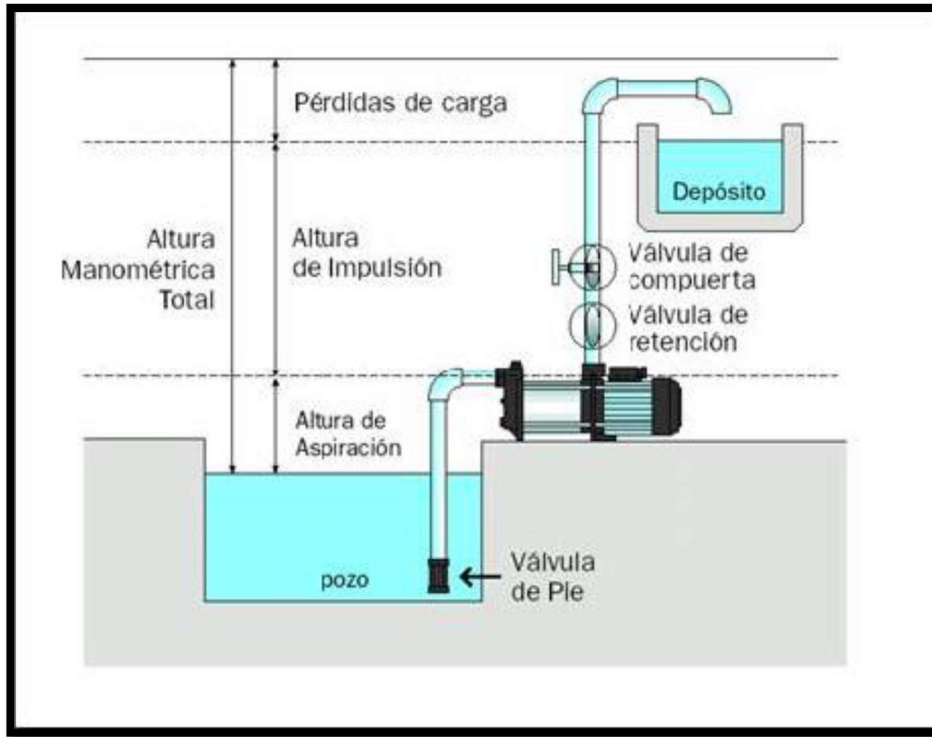
Densidad  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] del líquido a trasega. Densidad del agua 1000 kg/m<sup>3</sup>).

g Aceleración de la gravedad en m/s<sup>2</sup> (9,8 m/s<sup>2</sup>).

**Pérdida de carga Z [m] en la línea de aspiración**

Es la pérdida de carga resultante de la fricción en tuberías y válvulas. A menudo se utilizan valores estimados. En casos críticos puede realizarse un cálculo de pérdida de carga basado en pérdidas de carga individuales de tuberías, codos, válvulas etc.. El cálculo debería ser realizado con el caudal máximo previsible.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



**Figura 30:** Aspiración e impulsión de la bomba

La norma indica que se desprecian las pérdidas de carga por velocidad, por lo que el valor del NPSH disponible de la bomba seleccionada debe ser menor o igual que 10,46 m.c.a.

**Altura útil, efectiva o manométrica total de la bomba**

La altura útil o efectiva de la bomba es la carga total del sistema. Se define como la energía necesaria por unidad de peso para que circule el líquido del punto 1 al 4; es decir, la energía necesaria por la bomba para impulsar el fluido. Para su cálculo se aplica la ecuación de Bernoulli para líquidos incompresibles, entre el punto 1 de aspiración y el punto 4 del depósito más alto a proteger:

$$H_{\text{ÚTIL}} = P_4 - P_1 / \rho g + H_g + H_T = ((1200000 - 97100) / 1000 * 9,8) + (20 - 1) + 3,256$$

$$H_{\text{ÚTIL}} = 134,8 \text{ m.}$$

Dónde:

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

*HT Pérdida de carga total del sistema, medido en metros de columna de líquido.*

*Hg Altura geométrica entre el punto mínimo de aspiración y el punto más alto de impulsión, medido en metros.*

*P1 Presión en la superficie del líquido en la aspiración, medido en pascales.*

*P4 Presión en la superficie del líquido en la impulsión, medido en pascales.*

Densidad agua (kg/m³)	1 000		
Viscosidad cinemática agua (kg/m.s)	0,001		
ASPIRACIÓN			
Velocidad en la aspiración (m/s)	1,5		
Diámetro tubería aspiración (m)	600		
Reynolds	900 000	> 4000	Régimen turbulento
f <sub>p</sub> para tubo liso	0,02779		
ACCESORIOS	CANTIDAD	K	Ka
Válvula de pie	1	0,0041685	0,0041685
Codo de 90° de radio largo	1	20fp	0,5558
Válvula de compuerta	2	8fp	0,44464
Tubo recto o reductor con reducción excéntrica	1	0,00041685	0,00041685
TOTAL			0,793
PÉRDIDAS PRIMARIAS (m.c.a)	0,037	0,152	
PÉRDIDAS SECUNDARIAS (m.c.a)	0,115		
IMPULSIÓN			
Velocidad en la impulsión (m/s)	2,2		
Diámetro tubería de impulsión (m)	500		
Reynolds	1 100 000	> 4000	Régimen turbulento
f <sub>p</sub> para tubo liso	0,02709		
ACCESORIOS	CANTIDAD	K	Ki
Cono difusor concéntrico	1	0,0002709	0,0002709
Válvula de retención	1	3fp	0,32508
Tubo en T	2	20fp	1,0836
Válvula de compuerta completamente abierta	1	8fp	0,86688
Codo de 90º de radio largo	3	20fp	2,1672
TOTAL			4,443
PÉRDIDAS PRIMARIAS (m.c.a)	2,007	3,104	
PÉRDIDAS SECUNDARIAS (m.c.a)	1,097		
H <sub>Total</sub> (m.c.a) 3,256			

**Tabla 57:** Características del cálculo pérdidas de carga

### Potencia de la bomba

$$\text{Pot.} = W/t = F \cdot H/t = mg \cdot h \cdot V/V = (mg/V) \cdot H \cdot V/t = \rho g \cdot H \cdot Q$$

A 26°C;  $\rho g$  = peso específico kg/m³ = 996,86 kg/m³ \* 9,8 m/s²

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

$$=9769,228 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{m}^3 \cdot \text{s}^2 = 9769,228 \text{ N} / \text{m}^3$$

H= Altura útil

Q= Caudal en m<sup>3</sup>/h

$$\text{Pot} = 9769,228 \text{ N} / \text{m}^3 \cdot 134,8 \text{ m} \cdot \mathbf{480,74 \text{ m}^3 / \text{h}} = 175.856 \text{ J} / \text{s} = 175,86 \text{ Kw.}$$

$$\text{Con Rendimiento } 0,82; \text{Pot} = 175,86 \text{ Kw} / 0,82 = \mathbf{214,46 \text{ kw}}$$

Las características nominales de los equipos de impulsión serán las que se indican en el cuadro que sigue.

Nº de bombas iguales:	<b>2</b>
Líquido:	<b>Agua.</b>
Tª de bombeo:	<b>Ambiente.</b>
Peso específ. a Tª amb.:	<b>1.00</b>
Caudal:	<b>500 m<sup>3</sup>/h</b>
Presión descarga:	<b>12,23 Kg/cm<sup>2</sup>.</b>
Diámetro entrada:	<b>250 mm.</b>
Diámetro salida:	<b>200 mm.</b>
Rendimiento hidráulico:	<b>≥82%</b>
Régimen:	<b>2700÷3000 r.p.m.</b>
Pot. mínima recomend.	<b>220 Kw.</b>
Motor:	<b>Eléctrico/Diesel</b>
Condiciones ejecución	<b>Estanco</b>

**Tabla 57:** Características bomba seleccionada

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

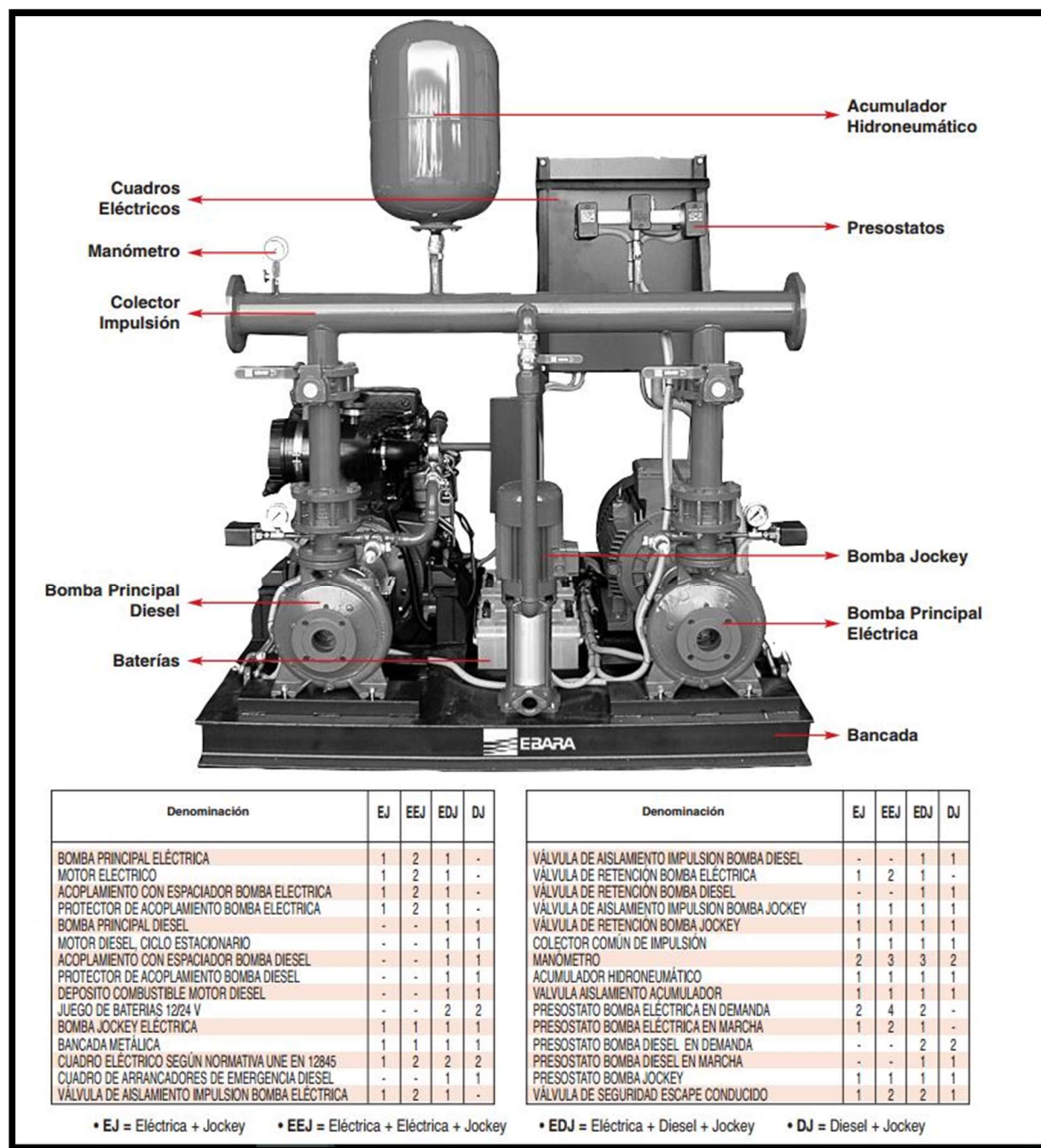
**Composición**

- Bomba Principal Eléctrica “Sobre Bancada” serie ENR / ENI normalizada EN 722/ DIN 24255 construida en Hierro fundido
- Bomba auxiliar “Jockey” eléctrica Serie CVM, MVP o EVMG según modelo, vertical multietapa.
- Depósito hidroneumático
- Presostatos de arranque para cada bomba
- Cuadro de control, en chapa de acero conforme a Norma seleccionada
- Colector común de impulsión
- Válvulas de corte y retención para cada bomba
- Manómetro en caja de ACERO INOXIDABLE en Baño de Glicerina.
- Bancada metálica con soporte de cuadro.

**Características**

- Caudal nominal máximo: 800 m<sup>3</sup>/h
- Presión máxima proporcionada: 15 Bar
- Presión máxima soportada : 10/16 Bar
- Temperatura máxima agua: 40°C
- Tensión : 400V Trif+N 50 Hz (otras bajo demanda).

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



**Figura 33-A** Bancada bomba eléctrica-diesel contra incendios

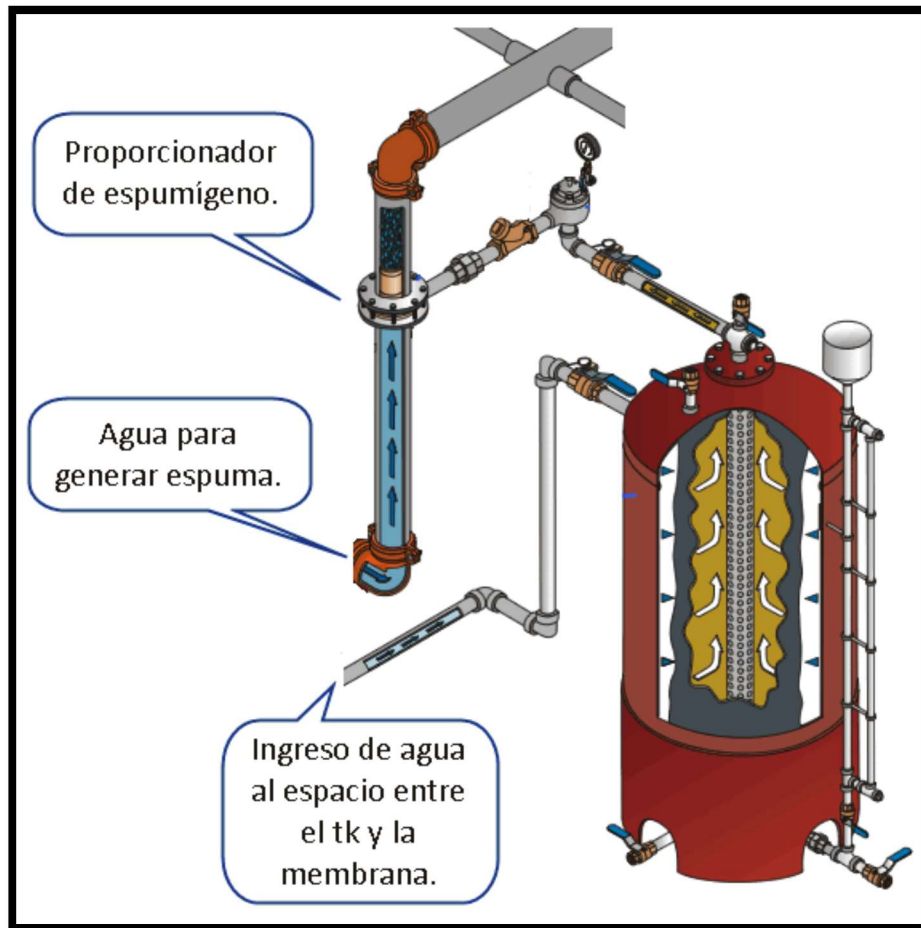
PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



**Figura 33-B** Bancada bomba eléctrica-diesel contra incendios



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



**Figura 34** Tanque de Membrana o Vejiga



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

AGUA CONTRA INCENDIOS: DEPOSITO				
<b>Tanques en emergencia</b>	<b>H (m)</b>	<b>D (m)</b>	<b>L. Circuf.</b>	<b>Superficie</b>
Dimensiones Tanque (3) GO	20,00	28,00	87,96	439,81
Dimensiones Tanque (2) GNA	20,00	28,00	87,96	439,81
<b>Caudales de agua en emergencia T incendiado</b>	<b>l/min.m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>m<sup>3</sup>/h (10%)</b>	
Caudal agua CI Tanque (1) GO	15,00	395,83	435,41	
Caudal agua CI Tanque (3) GNA	15,00	395,83	435,41	
Caudal agua CI Total		791,66	870,82	
<b>Caudales de agua en emergencia T afectado</b>	<b>l/min.m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>m<sup>3</sup>/h (10%)</b>	
Caudal agua CI Tanque (3) GO	3,00	19,79	21,77	
Caudal agua CI Tanque (2) GNA	3,00	36,05	39,66	
Caudal agua CI Total		55,84	61,42	
<b>Bombas C.I.</b>				
Número en servicio	1			
Número en reserva	1			
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	500,00			
Potencia unitaria (Kw)	220,00			
<b>Capacidad del depósito</b>	<b>V<sub>T</sub> (m<sup>3</sup>)</b>			
Capacidad depósito Agua CI (5 horas)	4.661,24			
<b>Dimensiones del depósito</b>	<b>L (m)</b>	<b>A (m)</b>	<b>H (m)</b>	
Dimensiones Exteriores del Depósito CI	15,00	7,88	40,34	
Dimensiones Interiores del Depósito CI	14,50	7,38	39,64	
Espesor Losa de Fondo			0,40	
Espesor Forjado de Techo			0,30	
Altura libre sobre superficie líquido			0,20	
<b>Medidas adicionales de seguridad C.I.</b>	<b>Previsión</b>	<b>Lugar 1</b>	<b>Lugar 2</b>	<b>Lugar 3</b>
Sistema de pulverización por aspersores	si	Cub. Tanque		
Inertización por espuma en superficie	si	Int. Tanque		
Detección calorimétrica infrarroja	si	Cubeto	Cargadero	
Detección óptica por circuito VTR	si	Cubeto	Cargadero	Control
Alarma acústica	si	Control	Parque	
Alarma digital a panel de control	si	Control		
Conexión automática vía telefónica	si	Control		
Extintores portátiles adosables	si	Bombeo	Cargadero	
Extintores móviles de carro	si	Bombeo	Cargadero	
<b>Características de los Materiales</b>	<b>a (cm)</b>	<b>Hormigón</b>	<b>Cuántía Arm.</b>	
Muros	25	Gunitado	25 Kg/m <sup>2</sup> .	
Cimentación	40	H175	70 Kg/m <sup>3</sup> .	
Forjado de Placa Pretensada	25+5	H200	12 Kg/m <sup>2</sup> .	

**Tabla 58:** Resumen sistema contra incendios

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**DOCUMENTO 5: ELECTRICIDAD**

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### **5.1 ACOMETIDA.**

La acometida, en media tensión, se realizará desde el centro de transformación existente en el área portuaria, mediante canalización enterrada en zanja y mediante tubo protector, en las condiciones que establezca la Autoridad Portuaria.

Donde se trate de áreas transitables para vehículos, la protección de la línea eléctrica se llevará a cabo en las siguientes condiciones:

- Zanja de 1,30 m. de profundidad x 0,60 m. ancho
- Tubo de hormigón de 200 mm  $\varphi$  nominal.
- Recibido de tubo en dado de hormigón en masa de 40x40 cm.
- Cinta de atención al cable.
- Reposición de relleno y firme existente.

En todo caso la canalización y conexión se ejecutará atendiendo a las condiciones y trazado indicado por la Autoridad portuaria, adecuándose a sus planes de implantación de servicios en la zona del puerto.

La acometida terminará en la celda de entrada de un C.T. del tipo prefabricado, ubicado en el interior del área de distribución/parque, en el lugar más próximo posible a la recepción de la línea.

La acometida estará realizada en conductor de Aluminio PFV de 3x70 mm<sup>2</sup>, del tipo normalizado por Iberdrola, S.A. para 20000 V.

### **5.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

Su ubicación se realiza atendiendo a la proximidad con el punto de suministro en Media Tensión y a la disponibilidad de espacio en un área lo más alejada posible de las instalaciones de trasiego de combustibles.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Sus características identificativas serán:

Tipo de montaje	<b>Prefabricado P202</b>
Celdas	<b>E, M, S, P</b>
Tipo de Celdas	<b>Compacto. Exafluoruro Azufre</b>
Trafo de Potencia	<b>250 KVA</b>
Cuadros B.T.	<b>1 (4 salidas)</b>

**Tabla 59.**Características CT de 250KVA

### **5.3 MEDIDA DE ENERGIA.**

La medida de energía se realiza en Media Tensión en la celda dispuesta en el C.T. a los tipos de tarifa establecidos por la Autoridad Portuaria.

### **5.4 SALIDAS EN BAJA TENSION.**

Desde el cuadro de baja tensión en C.T. se disponen dos salidas en conductor de cobre con aislamiento de polietileno reticulado para 0,6/1 KV., de 3x90+1x50 mm<sup>2</sup> en canalización enterrada en zanja de 0,80 m. de profundidad y 0,60 m. de anchura.

Los cruces con zonas de tránsito rodado se realizarán con el conductor bajo tubo de hormigón de 200 mm. de diámetro y dado de hormigón en masa de 40x40 cm.

Las líneas de baja tensión alimentarán un cuadro general de protección y maniobra a ubicar en la sala del generador. Las derivaciones emergerán en el interior de la caseta del generador bajo tubo de acero roscado de 3" de diámetro nominal, en montaje superficial, acometiendo al cuadro general de protección en ejecución estanca con prensaestopas.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### **5.5. CUADRO GENERAL DE PROTECCION.**

El cuadro general de protección será metálico, plastificado para montaje superficial, del tipo Prisma de Merlin Guerin, conteniendo los siguientes elementos de protección:

- 2 I. general 4x250 A., 380 V.
- 3 I. automático 4x63
- 3 I. diferencial 4x63 A., 30 mA., 380 V.
- 2 I. diferencial 4x25 A., 30 mA., 380 V.
- 4 I. automático magn. 4x40 A., 380 V.
- 5 I. automático magn. 4x16 A., 380 V.
- 6 I. automático magn. 2x20 A., 220 V.
- 8 I. automático magn. 2x10 A., 220 V.

Desde dicho cuadro se protegerá toda la instalación eléctrica: tanto de la estación de distribución como de la estación contraincendios y alumbrados de cubeto y cargadero.

### **5.6 CIRCUITOS.**

Se dispondrán los siguientes circuitos de reparto:

- A. Bombas de contraincendios.
- B. Bombas de drenaje y pluviales.
- C. Alumbrado en edificio distribución.
- D. Alumbrado exterior. Cubeto.
- E. Alumbrado exterior. Cargadero
  
- F. Alumbrado exterior. Estación de distribución.
- G. Bases de enchufe en caseta distribución. Circuito otras aplicaciones.
- H. Bases de enchufe en caseta distribución. Control automático.
- I. Control automático tanques.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

- J. Control automático cargadero.
- K. Bases de enchufe en caseta distribución. Vigilancia y control tránsito.
- L. Bases de enchufe en caseta distribución. Climatización.
- M. Alarma. Red exterior.
- N. Vigilancia y Control. Red exterior.
- O. Alumbrado de emergencia en edificio distribución.
- P. Alumbrado de emergencia en estación de bombeo.

Las características de conductores y tubos protectores serán las siguientes:

- A/B.** Conductor Cu 4x16 mm<sup>2</sup>, PVC 0,6/1 KV. Tubo acero roscado de 36 mm  $\varphi$ . Instalación estanca.
- C.** Conductor Cu 2x2,5 mm<sup>2</sup>, PVC 0,6/1 KV. Tubo PVC reforzado de 23 mm  $\varphi$ . Instalación empotrada.
- D.** Conductor Cu 4x10 mm<sup>2</sup>, PVC 0,6/1 KV. Tubo acero roscado de 23 mm  $\varphi$ . Instalación antideflagrante.
- E.** Conductor Cu 4x10 mm<sup>2</sup>, PVC 0,6/1 KV. Tubo acero roscado de 23 mm  $\varphi$ . Instalación antideflagrante.
- F.** Conductor Cu 2x2,5 mm<sup>2</sup>, PVC 0,6/1 KV. Tubo acero roscado de 16 mm  $\varphi$ . Instalación antideflagrante.
- G/H.** Conductor Cu 4x2,5 mm<sup>2</sup>, PVC 0,6/1 KV. Tubo PVC reforzado de 23 mm  $\varphi$ . Instalación empotrada.
- I/J.** Conductor Cu 3x6 mm<sup>2</sup>, PVC 0,6/1 KV. Tubo acero roscado de 16 mm  $\varphi$ . Instalación antideflagrante.
- K.** Conductor Cu 3x1,5 mm<sup>2</sup>, PVC 0,6/1 KV. Tubo PVC reforzado de 16 mm  $\varphi$ . Instalación empotrada.
- L.** Conductor Cu 4x6 mm<sup>2</sup>, PVC 0,6/1 KV. Tubo PVC reforzado de 23 mm  $\varphi$ . Instalación empotrada.
- M/N.** Conductor Cu 3x2,5 mm<sup>2</sup>, PVC 0,6/1 KV. Tubo acero roscado de 16 mm  $\varphi$ . Instalación estanca.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**O.** Conductor Cu 2x1,5 mm<sup>2</sup>, PVC 0,6/1 KV. Tubo PVC reforzado de 13 mm  $\varphi$ . Instalación empotrada.

**P.** Conductor Cu 2x1,5 mm<sup>2</sup>, PVC 0,6/1 KV. Tubo acero roscado de 16 mm  $\varphi$ . Instalación antideflagrante.

### **5.7 APARELLAJE.**

Todos los equipos de alumbrado, tanto normal como de emergencia, serán de envolvente antideflagrante en las dependencias:

- Local de impulsión.
- Cubeto.
- Cargadero.

Asímismo estarán provistas de envolvente antideflagrante las bombas de drenaje.

Las cajas de derivación serán antideflagrantes, con la entrega a ellas de los distintos tubos de protección por medio de prensaestopas adecuados a dicho nivel de protección

Todos los equipos antideflagrantes cumplirán con las características mínimas para ellos descritas en el documento de Pliegos de Condiciones y en el de Precios Descompuestos. En todos los casos el nivel de protección será IP65.

### **5.8 ALUMBRADO EXTERIOR.**

El alumbrado exterior se proveerá mediante tres circuitos independientes con protecciones específicas para cada uno de ellos. Todos los circuitos de alumbrado exterior dispondrán de equipos de iluminación del tipo extensivo e intensivo.

En el área de la estación de bombeo se instalarán columnas de sección troncocónica construidas en poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 12 m. de altura y 60 mm. de diámetro en cabeza, preparadas para montar luminarias con lámpara de vapor de sodio

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

alta presión hasta una potencia unitaria de 400 w. El alumbrado intensivo se dispondrá por columnas de igual naturaleza con luminarias constituidas por proyectores de halogenuros metálicos hasta 1000 w. de potencia unitaria dispuestos por parejas en montaje post-top.

En el área de cargadero se dispondrán columnas y equipos de igual naturaleza a los anteriores.

### **5.9 PUESTA A TIERRA.**

Se proveerá de un anillo de puesta a tierra a la cimentación de la caseta de impulsión. El anillo se ejecutará con conductor de Cu desnudo de  $35 \text{ mm}^2$ , dejando una derivación para conexión de la carcasa del cuadro.

Desde dicho anillo partirá una rama hacia el exterior y en superficie, con objeto de disponer la posible mejora de la puesta a tierra mediante electrodos.

La conducción de gasóleo, en su tránsito contiguo al cubeto de contención se pondrá a tierra sistemáticamente cada 20 metros de recorrido para descarga de electricidad estática.

Los tanques de almacenamiento dispondrán de puesta a tierra de manera que se disponga de una conexión a tierra cada 10 m. lineales de perímetro. Asimismo se dispondrá la puesta a tierra de todos los tramos de tubería de carga/descarga que transiten por el interior del cubeto.

Se conectará a tierra la armadura de la cimentación de cada tanque, mediante conductor de Cu desnudo de  $35 \text{ mm}^2$  de sección, enterrado en contacto con el terreno bajo la cimentación. Dicho conductor se dispondrá en anillos concéntricos cada 5 m. de radio, conectados entre sí por conductor de idéntica naturaleza, unidos mediante soldadura aluminotérmica. Cada 10 m. de perímetro exterior se dejará en espera un flajelo de 2,5 m. de longitud, constituido por cable desnudo de Cu de  $35 \text{ mm}^2$ , al cual se conectará la chapa de construcción del tanque.



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**DOCUMENTO 6: MEDIDAS DE SEGURIDAD**

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se han previsto los siguientes tipos de accidentes, tanto en período de trabajo como de reposo de la instalación:

A. Incendio.

A.1. En aspiración desde bocas de carga.

A.2. En local de impulsión.

A.3. En galería técnica.

A.4. En local distribución.

A.5. En cubeto y cargadero.

B. Roturas/derrames en conducciones.

B.1. En aspiración.

B.2. En local impulsión.

B.3. En galería técnica.

B.4. En local distribución.

C. Fallos eléctricos.

C.1. En impulsión.

C.2. En distribución.

D. Ventilación.

D.1. En galería técnica.

D.2. En locales técnicos: CT y Grupo electrógeno.

E. Controles.

E.1. Alarma: detección de personas.

E.2. Alarma: incendio.

E.3. Circuito Cerrado TV motorizado.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**E.4. Aperturas/cierres de válvulas.**

La previsión de cada uno de los citados accidentes o riesgos, lleva a la adopción de todas o algunas de las medidas de seguridad que se identifican como medidas correctoras del riesgo o daños derivados de tales accidentes.

**6.1. MEDIDAS CORRECTORAS DE SEGURIDAD.**

**INCENDIO.**

**Extinción.**

Se dota de medios de extinción tanto el trayecto de la tubería de aspiración desde bocas de carga a local impulsión, como la caseta de bombas de impulsión, la galería técnica y el local de bombeo en distribución.

Los extintores de exterior serán de espuma de CO<sub>2</sub>, de 25 Kg. de carga dispuestos en carros. Su ubicación será la que para cada área se indica en los planos correspondientes.

En el interior de locales o de galería, se dispondrán extintores de espuma de CO<sub>2</sub> de 9 Kg. de carga, cerca de los accesos.

**Detección.**

Se disponen detectores termovelocimétricos en las dependencias con riesgo de incendio de propagación rápida:

- Local impulsión.
- Local distribución.

**Mantenimiento.**

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La dotación de agua contra incendios cumple la función preventiva, respecto a instalaciones de combustible próximas a lugares en los que se está produciendo un siniestro de incendio, de enfriamiento de recipientes con riesgo intrínseco.

### **DERRAMES.**

#### **Estanqueidad.**

Se garantiza la estanqueidad de la galería técnica mediante junteo con masilla Sikaflex en todas las juntas perimetrales de los cajones prefabricados de hormigón.

En los cubetos de contención de los depósitos principales de almacenamiento, existentes, se procederá a la revisión de su estanqueidad y, en caso necesario al sellado de juntas de hormigonado.

Los cubetos de bocas de carga, a hormigonar in situ, se protegerán las juntas de hormigonado con idéntica masilla de sellado Sikaflex.

#### **Recogida.**

Los posibles derrames de gasóleo en el interior de la galería son conducidos, mediante canal hasta pocetas de bombeo donde se alojan las bombas de trasiego de derrames. El destino del producto trasegado por estas bombas será el tanque de drenajes dispuesto en el exterior de la galería.

La impulsión se dispone mediante tubería de acero de 2" de diámetro nominal, con las acometidas de bombas a dicho colector en 3/4" a través de válvula de retención.

### **FALLOS ELECTRICOS.**

#### **Sin tensión de servicio normal.**

Mediante conmutación automática red-grupo, se produce la puesta en marcha del grupo electrógeno.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Las bombas contraincendios, de accionamiento eléctrico, estarán conectadas al grupo electrógeno de manera que se garantice permanentemente su puesta en servicio aún en caso de fallo en el suministro eléctrico normal.

## **VENTILACION.**

### **Extracción.**

Se dispondrá en caso necesario una extracción de aire, con equipo de seguridad aumentada, ABB EExde, para 7000 m<sup>3</sup>/h, dispuesto para un tramo de galería superior a 80 m. lineales, con la salida al exterior mediante tubo en báculo de 400 mm. de diámetro y 1,5 m. de altura. Esta medida no se implementará para tramos de galería de longitud inferior a 70 m.

La extracción se producirá conmutada al encendido del alumbrado, tanto en suministro normal como de emergencia, de manera que en todo caso de presencia de personas en galería, quede garantizada la extracción de gases residuales y la ventilación suficiente.

### **Ventilación natural.**

En los locales técnicos donde se ubican equipos generadores de calor (CT y Grupo electrógeno) se garantiza una ventilación por convección natural dotando de suficientes aberturas los muros de cerramiento, de acuerdo con la reglamentación aplicable.

## **CONTROLES.**

### **Alarma: Detección personal.**

Se dispone un circuito de detección y activación de alarma, perimetralmente al parque de distribución, con cruces de seguridad en zonas adecuadas, de manera que se obtengan unas suficientes garantías de seguridad en relación con el control de intrusos a la instalación.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**Alarma: Incendio.**

En las áreas de bombeo se ubicarán detectores de humos adecuados al carácter abierto de la instalación, que permitan establecer una condición de alarma básica en dichas zonas.

**Control: CC TV.**

La vigilancia en operación o sin ella, se podrá realizar desde el edificio de control a través de cámaras con motorización horizontal y vertical y zoom, dispuestas en lugares adecuados a una cobertura completa del recinto.

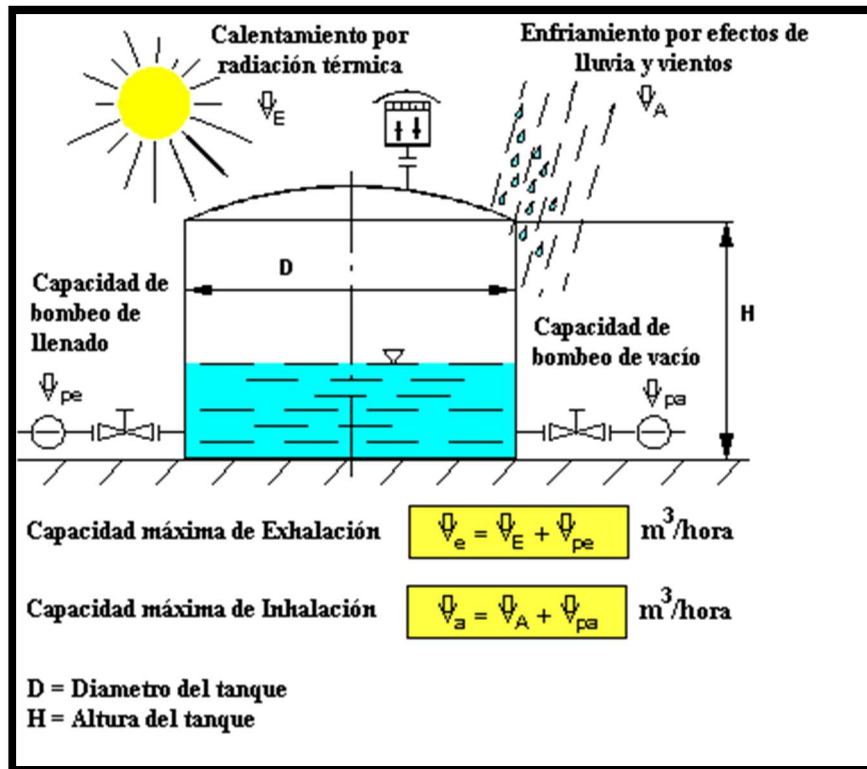
**Control: Carga y Descarga de combustible.**

Las aperturas y cierres de válvulas podrán ser controladas automáticamente desde el edificio de control, tanto en lo concerniente al cargadero como a operaciones en carga y descarga de tanques.

## **6.2 SISTEMAS DE VENTEO**

El Artículo 10. ITC MIE-APQ 1REAL DECRETO 379/2001, de 6 de abril regula Venteos normal y de emergencia. Tanque atmosférico.-Recipiente diseñado para soportar una presión interna manométrica de hasta 0,15 bar.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



**Figura 31** factores afectan a venteo.

### 6.2.1 Acumulación de presión/vacío

El uso de tanques y recipientes de gran capacidad para el almacenamiento temporal de líquido combustibles o inflamables es una práctica común en una gran cantidad de empresas comerciales e industriales. Estos tanques proporcionan contenedores de volumen fijos para almacenar líquidos transferidos (llenado y vaciado) a través de los sistemas de tubería conectados. En cualquier tanque de techo fijo, el volumen por encima del nivel de líquido es conocido como el espacio de vapor.

Supongamos que un tanque es completamente hermético al vapor y que el líquido se bombea hacia adentro y hacia afuera del tanque. Al llegar el tanque, el nivel de líquido aumenta y el espacio de vapor disminuye (los vapores se comprimen), con un incremento en la presión del espacio de vapor. Como alternativa, si el líquido se extrae del tanque, el espacio de vapor aumenta (los vapores se pueden expandir) y la presión en el espacio de vapor disminuye.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ahora supongamos que el tanque es completamente hermético al vapor, no se transfiere ningún líquido (el nivel de líquido no cambia) pero el líquido del tanque se calienta o se enfría. Al agregar calor, se generan vapores y evolucionan hacia el espacio de vapor cerrado. El resultado es un incremento en la presión del espacio de vapor. El enfriamiento del líquido genera la contracción de los vapores y un correspondiente aumento de la presión en el espacio de vapor.

Las situaciones descritas anteriormente reflejan los peligros comunes asociados con el almacenamiento de líquidos inflamables en los tanques de techo fijo. A menos que los tanques estén equipados con dispositivos de venteo correctamente diseñados y especificados, las acumulaciones excesivas de presión y/o vacío en el espacio de vapor pueden generar daños graves en los tanques. Los venteos de alivio de presión y vacío de Protectoseal están diseñados específicamente para enfrentar y eliminar esta situación potencialmente peligrosa.

**Venteo normal:** en las operaciones diarias del tanque, los cambios en el nivel de líquido son generados por el llenado y vaciado del tanque. Los cambios en la temperatura de los vapores y líquidos del tanque son el resultado de las variaciones en las temperaturas atmosféricas ambiente (por ejemplo, temperaturas más altas durante el día y temperaturas más frías durante la noche). La descarga del volumen de vapores generados (alivio de presión) o la inspiración del volumen de aire de compensación requerido (alivio de vacío) durante estas actividades se define como venteo normal ([Venteos que proporcionan alivio de presión y vacío normal](#)).

**Venteo de emergencia:** la temperatura del líquido y vapores almacenados también podría aumentar si el tanque se expone a un incendio externo. Se puede transferir una cantidad importante de calor a través del tambor del tanque y el volumen de los vapores generados como resultado de esta entrada de calor puede ser considerable. Proporcionar un medio de descarga para este gran volumen de vapores y evitar un aumento de la presión dentro del tanque se define como venteo de emergencia ([Venteos que proporcionan alivio de presión de emergencia](#)).



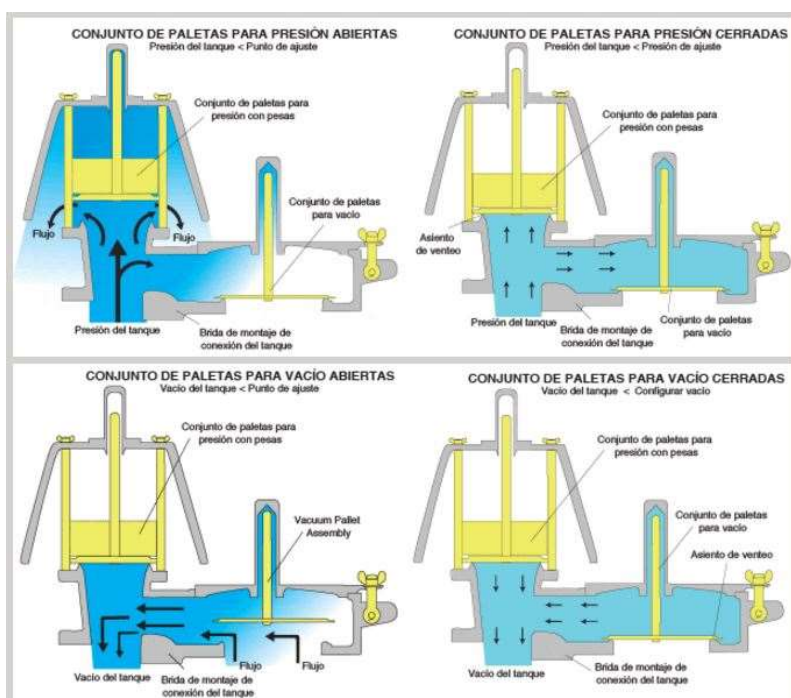
### **6.2.2 Pérdidas por evaporación**

Además de proteger el tanque de la presión y el vacío excesivos, los venteos de Protectoseal también juegan un papel importante en la reducción de las pérdidas por evaporación del producto y las emisiones fugitivas. Los venteos están diseñados para permanecer cerrados hasta que se deban abrir para proteger los tanques. Los vapores se conservan y no se liberan a la atmósfera. En comparación con una tubería de venteo abierto, la reducción de la pérdida de producto es importante. Se minimiza la emisión de vapores a la atmósfera. Los venteos del tanque son una herramienta importante cuando una empresa intenta cumplir con las exigencias de la Ley de Aire Limpio (Clean Air Act) relacionadas con la contaminación del aire.

### **6.2.3 Funcionamiento de los venteos**

El método de funcionamiento de los venteos de presión/vacío de Protectoseal es simple. Los venteos se montan en una conexión de boquilla que va hacia el espacio de vapor del tanque. Cada venteo incluye un asiento maquinado que se cierra mediante un disco de sellado movable (conjunto de paletas). El conjunto de paletas se mantiene en su posición cerrada mediante pesas, resortes o un vástago de pandeo (según el estilo de venteo). La cantidad de fuerza de cierre aplicada determina el punto de ajuste del venteo. La presión en el espacio de vapor del tanque empuja contra el conjunto de paletas, en dirección opuesta a la fuerza de cierre. Cuando la presión de tanque alcanza el punto de ajuste de venteo, el conjunto de paletas se levanta y los vapores se pueden escapar del tanque a través del venteo. La presión y/o el vacío en el espacio de vapor del tanque se mantiene dentro de un rango seguro.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



**Figura 32** funcionamiento venteos

Se utilizará la tabla I-2 para presiones mayores que 0,07 bar y hasta 0,15 bar. El resultado obtenido se multiplicará por el factor F definido en el apartado 3.c de este artículo.

Superficie húmeda m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h de aire	Superficie húmeda m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h de aire	Superficie húmeda m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h de aire
280	22.340	600	41.740	2.500	134.500
300	23.640	700	47.360	3.000	156.193
330	25.250	800	52.840	4.000	197.774
360	27.460	900	58.200	Para valores superiores A $220 \times A^{0,82}$	
400	29.930	1.000	63.450		
450	32.970	1.500	88.480		
500	35.940	2.000	112.000		

**Tabla 60** Capacidad de venteo de tanques con presión mayor de 0,07 bar y hasta 0,15 bar

Los caudales del aire son a presión atmosférica y 15 °C.

c. El calor recibido en caso de fuego externo Q se determina por:

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

$$Q_{23 \text{ mD}} = 139,7 \times F \times A^{0,82} \times 10^3 = 139,7 \times 0,3 \times (722,568)^{0,82} \times 10^3 = 9.259.727,682 \text{ Kj/h.}$$

$$Q_{28 \text{ mD}} = 139,7 \times F \times A^{0,82} \times 10^3 = 139,7 \times 0,3 \times (879,648)^{0,82} \times 10^3 = 10.880.553,15 \text{ Kj/h.}$$

A= Superficie húmeda de los primeros 10 m por encima del suelo de recipiente vertical descontado superficie en contacto con el suelo.

$$A \text{ S húmeda}_{23 \text{ mD}} = 722,568 \text{ m}^2$$

$$A \text{ S húmeda}_{28 \text{ mD}} = 879,648 \text{ m}^2$$

Donde:

Q =calor recibido por el recipiente en kJ/h.

F =factor de reducción sin dimensiones.

A =superficie húmeda en m<sup>2</sup>.

El factor F se tomará igual a la unidad, salvo en los casos siguientes, en que se tomarán los valores que se indican:

Protección	Factor F
Drenaje alejado o cubeto a distancia y superficie húmeda superior a 20 m <sup>2</sup>	0,5
Sistema de pulverizadores de agua fijos y automáticos para la prevención de incendios y cubeto a distancia	0,3
Aislamiento no afectado por fuego ni chorro de agua y con una conductividad térmica máxima a 900 °C de 83,75 kJ/(h x m x °K) [20 kcal/(h x m x °C)]	0,3
Aislamiento igual al anterior y sistema de pulverización de agua fijo y automático	0,15

**Tabla61** Factor F

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**.2.4 Tuberías de venteo.**

-Las tuberías de venteo serán construidas de acuerdo con el artículo 11, «Sistemas de tuberías». Las tuberías de venteo para recipientes que almacenen líquidos de la clase A o la subclase B1, próximos a edificios o vías de uso público, estarán situadas de forma que los vapores sean descargados en un lugar seguro fuera de los edificios y a una altura superior a 3,6 m sobre el nivel adyacente y, como mínimo, a 1,5 m de cualquier abertura de un edificio. Las salidas de venteos terminarán por encima del nivel normal de nieve y podrán llevar codos u otros dispositivos para minimizar la entrada de materiales extraños. Se evitará obstruir las tuberías de venteo con mecanismos que den lugar a un aumento de la presión de descarga. Se evitarán conexiones a otros recipientes excepto para recuperación de vapores, o control de contaminación atmosférica. Los venteos de líquidos de la clase A y subclase B1 no se conectarán con los de la subclase B2 y clases C y D a no ser que existan dispositivos que impidan a los vapores de los primeros pasar a los otros tanques o se cambie la clasificación de los segundos. No se permite la interconexión de venteos entre recipientes con productos que puedan producir reacciones peligrosas. Cuando en tuberías de venteo se instalen válvulas de bloqueo, éstas deberán permitir que, en cualquier posición, exista siempre una salida a la atmósfera, a una válvula de seguridad o a un sistema de recogida de vapores

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**DOCUMENTO 7: MEMORIA AMBIENTAL**

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

## **7.1 ALCANCE Y CONTENIDO DE LA MEMORIA AMBIENTAL.**

El presente documento tiene por objeto establecer el alcance de las emisiones propias de la actividad de Oleoducto y Parque de Almacenamiento de Combustibles y sus servicios, de acuerdo con lo previsto en el Título II, Cap. I, art. 29 del reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.

Se describen los efectos derivados de las siguientes instalaciones:

- Instalación de Parque de Almacenaje: Producción de vertidos accidentales.  
Producción de olores.  
Riesgo de incendio/Explosión.
- Evacuación/Tratamiento de pluviales: Producción de efluentes líquidos.
- Instalación de Bombeo en Distribución: Producción de vertidos accidentales.  
Producción de ruidos y vibraciones.  
Producción de humos de combustión.
- Cargadero: Producción de vertidos accidentales.  
Riesgo de incendio/Explosión.
- Servicios de personal: Producción de aguas residuales.  
Producción de residuos sólidos.

## **7.2 CONTAMINACION ATMOSFERICA.**

### **7.2.1. Focos de emisión. Caracterización..**

Los focos emisores de contaminantes del aire son aquellos emisores de humos y olores, como servicios propios de la actividad.

### **HUMOS.**

Existe un foco característico de producción de humos en las dos instalaciones de bombeo de combustible puesto que en ambos casos la impulsión se produce mediante bombas

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

diessel. Estos focos poseen como características comunes la emisión a la atmósfera desde los escapes de motores de productos de la combustión de gasóleo, si bien, la potencia requerida por los motores (200 CV para el mayor) no supone emisiones superiores a las producidas por vehículos automóviles de transporte. Estos focos de emisión producen su vertido en condiciones normales de servicio aunque con las intermitencias que se indican:

**Estación de Impulsión.**

Unicamente presta servicio para descarga de buques con los que reponer el producto almacenado en el Parque de Combustibles. Previsiblemente su frecuencia de servicio será una vez al mes durante un funcionamiento en continuo de 20 a 30 horas. Los motores son semejantes a los utilizados por un camión de transporte de tonelaje medio.

**Estación de Distribución.**

Presta servicio en horario laboral a dos turnos, es decir, durante 16 horas diarias 5 días semanales, y durante 8 horas diarias los Sábados. Los motores son semejantes a los utilizados por un vehículo turismo de potencia media con motor de gasóleo.

**Accidentes.**

Los riesgos de incendio/explosión propios de la actividad están asociados con la producción de masas de gases de combustión con importancia variable dependiendo de la magnitud del siniestro y del tiempo de respuesta en extinción. Como incidencia a producirse en situación de accidente, las medidas correctoras a adoptar serán las preventivas indicadas por las reglamentaciones de aplicación.

**OLORES.**

Los olores producidos durante el régimen de explotación normal están limitados a los volátiles de los hidrocarburos en almacenamiento, emitidos a través de los venteos de los tanques de combustible, así como a los pequeños derrames accidentales que pudieran

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

producirse durante las operaciones de carga/descarga de cisternas y vagones en el área de cargadero.

### **7.2.2 Emisiones de humos.**

Ya se ha indicado en la caracterización de focos de emisión que los caudales de gases son los correspondientes a vehículos de mediana y baja potencia: 2 motores de 200 CV en la estación de impulsión a pie de muelle, y 2 motores de 100 CV en la estación de distribución situada en el Parque de Almacenamiento, siendo la frecuencia de emisiones muy baja en el primero de los casos, y de muy inferior caudal en el segundo. Estas emisiones se consideran de muy pequeña entidad para sugerir la necesidad de imponer medidas correctoras capaces de minimizarlas

En situación de accidente con siniestro de incendio, la emisión de humos si puede constituir un episodio de contaminación atmosférica de repercusión local pero de gran intensidad. Las medidas correctoras correspondientes están implantadas en cumplimiento de la normativa de seguridad, de acuerdo con el Reglamento de Parques de Almacenamiento de Productos Petrolíferos, tendiendo a prevenir el siniestro por disminución máxima del riesgo:

- prohibición expresa de hacer fuegos o de fumar en las áreas acotadas,
- dotación de medios de extinción propios para limitar los incendios posibles tanto en intensidad como en duración,
- dotación de sistema de vigilancia por circuito cerrado de TV
- dotación de sistemas de puesta a tierra de todas las masas metálicas en contacto con el combustible, para prevenir descargas de origen atmosférico o pequeñas descargas generables por acumulación de carga estática.

### **7.2.3 Emisión de olores.**

Los olores emitidos se producen como consecuencia del fraccionamiento parcial a temperatura ambiente de los componentes mas ligeros de los combustibles: es el olor



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

típico a combustible derivado del petróleo. Estas emisiones se producirán en las inmediaciones de los tanques de almacenamiento y de los puntos de entrega de descarga desde buques o de carga de cisternas y vagones.

Por ser el combustible mas ligero, el almacenamiento de gasolina producirá una mayor emisión de olores, si bien, se impone la corrección al vertido para recuperación de gases, obviamente por razones económicas, por lo que se reducirán sensiblemente los olores.

La emisión de olores procedentes de aseos es liberada directamente al exterior a través de los huecos de ventilación dispuestos en cada una de las dependencias de aseo.

### **7.3 VERTIDOS LÍQUIDOS**

#### **7.3.1. Vertidos directos.**

Los vertidos líquidos pueden generarse de forma directa o diferida. En el primer caso se producen por manipulaciones accidentales, roturas o averías y pueden ser intensos o masivos, por rotura de conducción o de recipiente de almacenamiento, u operativos por incidentes esporádicos relacionados con la manipulación de apertura/cierre de válvulas con elementos extraíbles o, simplemente, por pérdidas en racores, bridas o asientos de válvulas.

En todo caso, es preciso puntualizar que los vertidos operativos únicamente se producirán en condiciones de funcionamiento deficiente de los elementos mecánicos de cierre o por manipulación accidental inadecuada. No obstante, la experiencia lleva a la necesidad de considerar la existencia de puntos de vertido, aún cuando establecer caudales posibles de vertido sea una labor de dudosa precisión, y sí resulte adecuado indicar las medidas correctoras o preventivas a establecer en tales puntos.

#### **Cubeto de almacenamiento.**

Los vertidos en el interior del cubeto pueden producirse por las razones anteriores o por rotura de tanque. Esta última posibilidad es la que genera el accidente de diseño (aquel

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

para cuya prevención se proyecta la instalación) quedando el hidrocarburo contenido por las paredes del cubeto, las cuales, realizadas en hormigón armado, están calculadas para resistir la presión del derrame e impedir la filtración del combustible.

**Foso de tuberías en bombeo distribución.**

Caben idénticas consideraciones y medidas preventivas indicadas en el apartado correspondiente a la impulsión.

**Cargadero de cisternas.**

Los posibles vertidos se deben a las manipulaciones de bocas y racores en las operaciones de carga de cisternas. Estos vertidos operativos son recogidos en una atarjea que discurre a lo largo de toda el área de carga, estando el firme dotado de pendiente y vertiendo la atarjea en una arqueta desde donde, por gravedad, descarga en el tanque de acumulación de derrames, de construcción enterrada.

**Cargadero de vagones.**

Idéntica solución preventiva se adopta en la zona de carga de ferrocarril, dotando la superficie de vías de un firme no permeable que impida la filtración de posibles vertidos al terreno. Unas canaletas abiertas situadas a ambos lados de la vía y entre railes, recogerán el vertido para conducirlo hasta una atarjea de envío al tanque de derrames.

**7.3.2. Vertidos diferidos**

Se consideran vertidos diferidos todos aquellos que se producen por arrastre de hidrocarburos mediante la escorrentía originada por aguas de lluvia o de emergencia contraincendios.

Estos efluentes pueden proceder de zonas abiertas como cargaderos, o de áreas cerradas como los cubetos de almacenamiento. En ambos casos el tratamiento de tales efluentes

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

es idéntico: las aguas, portadoras de hidrocarburos arrastrados desde las zonas en que se producen vertidos operativos, son conducidas hasta una planta separadora de hidrocarburos con caudal nominal de tratamiento adecuado al máximo caudal de escorrentía previsible.

A tal efecto se ha considerado como caudal máximo en escorrentía por una emergencia contraincendios, el correspondiente a la capacidad de desagüe reglamentaria en el cubeto, es decir, 200 m<sup>3</sup>/h. Esto, para una superficie total de cubetos de 5.900 m<sup>2</sup>, supone la equivalencia con una pluviometría de 33,9 l/m<sup>2</sup>·h. La planta de tratamiento de hidrocarburos se dimensiona para un caudal máximo de 80 l/s (288 m<sup>3</sup>/h).

Las aguas tratadas serán entregadas fuera del área de la concesión en la forma y condiciones que establezca la Autoridad Portuaria de Cartagena, una vez separados los hidrocarburos que pudieran contener

### **7.3.3 Destino de los efluentes.**

El vertido de aguas tratadas será en las condiciones indicadas en el apartado anterior.

Los residuos de hidrocarburos son, en todos los casos enviados a los tanques de acumulación de derrames, desde los cuales serán retirados periódicamente por vehículos cisterna para su transporte a planta autorizada de almacenamiento o incineración.

## **7.4 RESIDUOS SOLIDOS.**

### **7.4.1 Procesos que los generan.**

Los procesos generadores de los residuos sólidos son los correspondientes a un uso fundamentalmente doméstico de tipo urbano residencial, básicamente compuesto por los desechos de material de oficina.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

#### **7.4.2 Composición.**

La composición de los residuos no presentará sesgos respecto a la standard correspondiente de los residuos producidos en conjuntos administrativos. Su composición básica será celulósica (papel) y plásticos del tipo envoltorio.

Los residuos sólidos a producir no se encuentran entre los comprendidos en la Ley de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

#### **7.4.3 Producción anual previsible.**

Se considera una tasa de producción diaria equivalente a una producción doméstica, es decir 5 Kg/día.

Para un servicio o funcionamiento laboral equivalente a 313 días/año, la producción anual de residuos sólidos será de 1.565 Kg.

### **7.5 DESTINO DE LOS RESIDUOS.**

Los residuos sólidos serán recogidos por el servicio municipal con frecuencia diaria, siendo su destino el tratamiento mixto aprovechamiento/vertido aplicado en la planta municipal de El Gorgel, Cartagena, o aquel otro procedimiento de evacuación que la Autoridad Portuaria de Cartagena pudiera establecer para el ámbito de las concesiones administrativas..

### **7.6 RUIDOS.**

#### **7.6.1 Fuentes.**

Los ruidos tendrán como única fuente propia los motores de los grupos de impulsión y de distribución. En ambos casos las fuentes se encuentran incluidas en un área de uso específicamente industrial alejadas de áreas residenciales.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

#### **7.6.2 Niveles sonoro.**

Dado el tipo de motor que generará los ruidos, tipificado para vehículo de transporte que utiliza gasóleo como combustible, supone una fuente en el entorno de los 70 dB por motor de 200 CV trabajando en el par motor máximo; y 65 dB para los motores de 100 CV en el área del Parque de Combustibles. Estos niveles resultarán perfectamente atenuados con el aislamiento de la caseta de bombas.

### **7.7 MEDIDAS CORRECTORAS DE LA SANIDAD AMBIENTAL.**

Con objeto de reducir hasta los límites admisibles todas las emisiones procedentes del ejercicio de la actividad de transporte y almacenamiento de combustibles se adoptan medidas encaminadas a proteger el entorno de las agresiones que pudieran producirse tanto por el normal desarrollo de la actividad como por accidentes ocasionales en el interior de las instalaciones o en el medio próximo receptor de inmisiones y, por tanto, susceptible de soportar un impacto.

#### **7.7.1 Emisiones gaseosas.**

Se adoptan las siguientes medidas correctoras:

- 1.** Los escapes de los motores en la impulsión principales y en distribución, se conducirán mediante chimenea cuya altura estará situada a un mínimo de 3,00 m. sobre cubierta.
- 2.** Los escapes de grupos generadores en suministro de emergencia, se garantizarán a través de chimenea dispuesta sobre la respectiva caseta, de manera que la salida de gases quede a un mínimo de 3,00 m. sobre la coronación de la caseta.
- 3.** Los venteos de tanques de gasóleo estarán situados sobre coronación de depósitos a la altura reglamentaria. El venteo del tanque de gasolina estará dotado de recuperador de gases, atendiendo fundamentalmente a motivaciones económicas.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**7.7.2 Emisiones líquidas.**

Se adoptan las siguientes medidas correctoras:

1. En el área de descarga de buques junto a la estación de impulsión, se dispondrá un sistema de contención de disposición rápida para contener y recoger posibles derrames al mar durante las operaciones de descarga de buques.
2. Tanto en la estación de impulsión y galería, como en el parque de almacenamiento y cargadero, se dispone una red de atarjeas para recogida de derrames accidentales durante las operaciones de carga y descarga de cisternas.
3. Se dispone una red de recogida de aguas pluviales del interior del cubeto, de manera que su evacuación pase por un sistema separador de hidrocarburos previamente al vertido al sistema general de saneamiento o al lugar indicado por la Autoridad Portuaria.
4. Se dota de firme rígido y atarjea de recogida el andén de carga de vagones cisterna, de manera que los derrames accidentales puedan ser recogidos sin peligro de infiltraciones para el terreno circundante.
5. Todos los sistemas de recogida de derrames que no puedan verter por gravedad al depósito de almacenamiento, estarán dotados de poceta con bomba de envolvente antideflagrante, protección IP 65.

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**DOCUMENTO 8: MARCO REGLAMENTARIO**

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI), establece los sistemas de protección contra incendios de que deben disponer los establecimientos industriales; y tanto los cálculos como el diseño de los distintos elementos que componen los sistemas, deben seguir las bases establecidas en las normas UNE, en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI) y en las Instrucciones Técnicas Complementarias convenientes (ITC).

En consecuencia, se recoge la siguiente relación de reglamentos y normas vigentes:

### **NORMATIVA GENERAL**

RD 2085 “Reglamento de Instalaciones Petrolíferas” y las correspondientes ITC.

RD 1562 por el que se modifica la ITC MI-IP-02 “Parques de almacenamiento de líquidos petrolíferos”

RD 379 “Reglamento de almacenamiento de productos químicos” y las correspondientes ITC.

ITC MIE-APQ1 “Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles”

API-600

UNE 23010 “Clases de fuego”

UNE 23600 “Agentes extintores de incendios. Clasificación”

UNE-EN 60079 “Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 10:

RD 2267 “Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales” (RSCIEI).

RD 1942 “Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios” (RIPCI).

Clasificación de emplazamientos peligrosos”

RD 948 por el que se modifica el RD 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los Accidentes Graves en los que intervengan Sustancias Peligrosas.



PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**NORMATIVA PARA AGUA PULVERIZADA**

UNE 23501 “Sistemas fijos de agua pulverizada. Generalidades”

UNE 23502 “Sistemas fijos de agua pulverizada. Componentes del sistema”

UNE 23503 “Sistemas fijos de agua pulverizada. Diseño e instalaciones”

UNE 23504 “Sistemas fijos de agua pulverizada. Ensayos de recepción”

UNE 23505 “Sistemas fijos de agua pulverizada. Ensayos periódicos y mantenimiento”

UNE 23506 “Sistemas fijos de agua pulverizada. Planos, especificaciones y cálculos hidráulicos”

UNE 23507 “Sistemas fijos de agua pulverizada. Equipos de detección automática”

NFPA 15 “Water spray fixed systems

**NORMATIVA PARA ESPUMA FÍSICA DE BAJA EXPANSIÓN**

UNE 23603 “Seguridad contra incendios. Espuma física extintora. Generalidades”

UNE 23521 “Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión.

Generalidades” UNE 23522 “Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Sistemas fijos para protección de riesgos interiores”

UNE 23523 “Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Sistemas fijos para protección de riesgos exteriores. Tanques de almacenamiento de combustibles líquidos”

UNE 23524 “Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Sistemas fijos para protección de riesgos exteriores. Espuma pulverizada”

UNE 23525 “Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Sistemas para protección de riesgos exteriores. Monitores, lanzas y torres de espuma”

UNE 23526 “Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Ensayos de recepción y mantenimiento”

NFPA 11 “Low Expansion foam”

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**NORMATIVA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA**

UNE 23500 “Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios”

**NORMATIVA PARA BOMBAS CONTRA INCENDIOS**

NFPA 20 “Installation of centrifugal pumps”

**NORMATIVA PARA HIDRANTES**

UNE-EN 14384 “Hidrantes de columna”

UNE 23400 “Material de lucha contra incendios” Partes 1, 2, 3 y 4

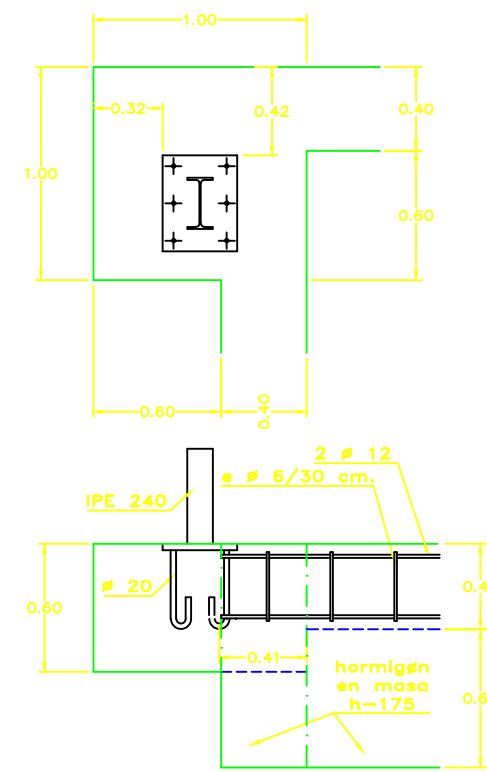
**NORMATIVA PARA EXTINTORES DE INCENDIO**

UNE-EN 3-7 +A1 “Extintores portátiles de incendio. Parte 7: Características, requisitos de funcionamiento y métodos de ensayo”

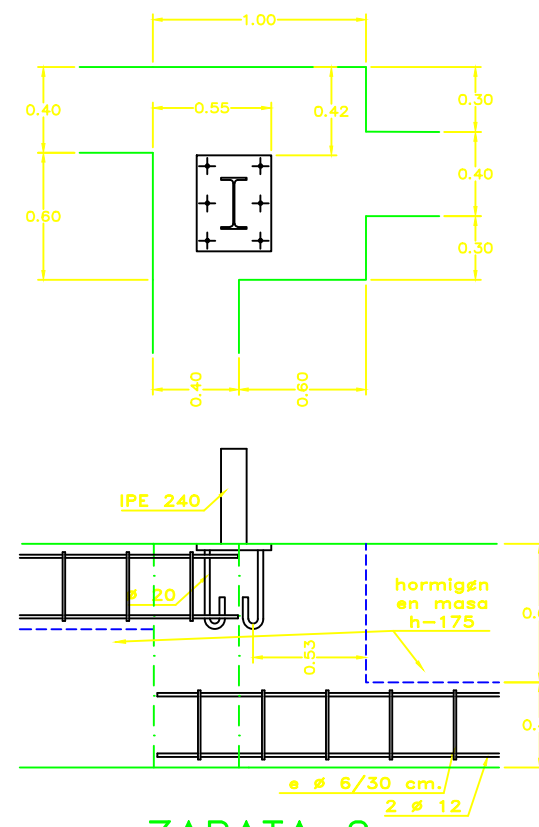
ITC MIE AP5 “Extintores de incendio”

PROYECTO DE PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES.  
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

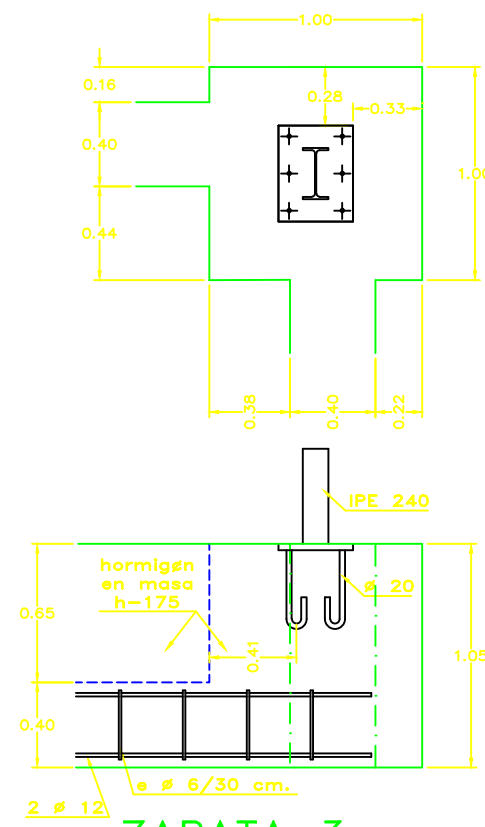
**DOCUMENTO 9: PLANOS**



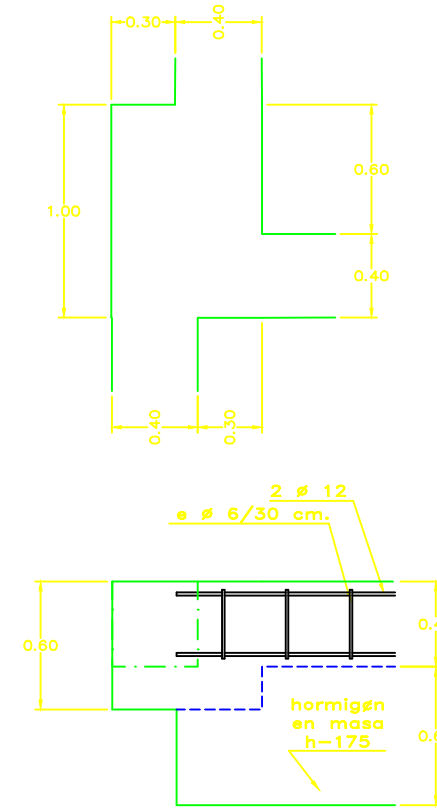
ZAPATA 1



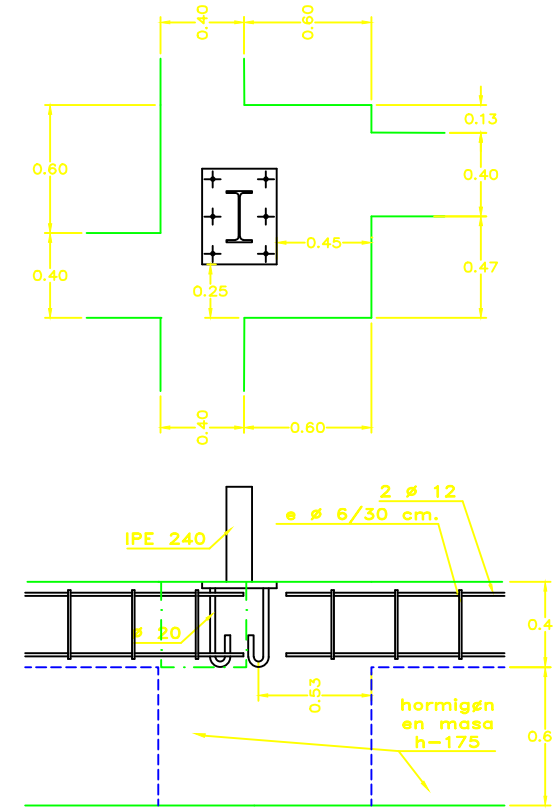
ZAPATA 2



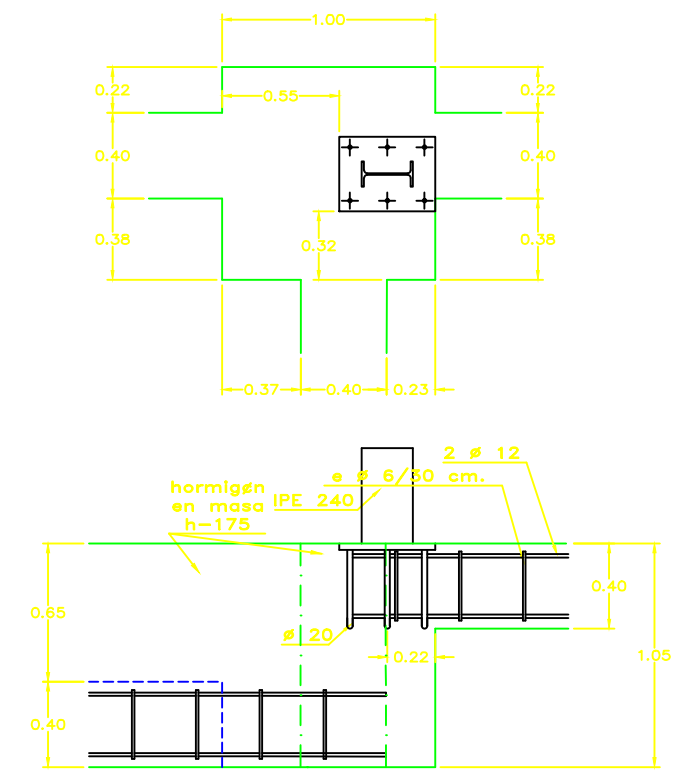
ZAPATA 3



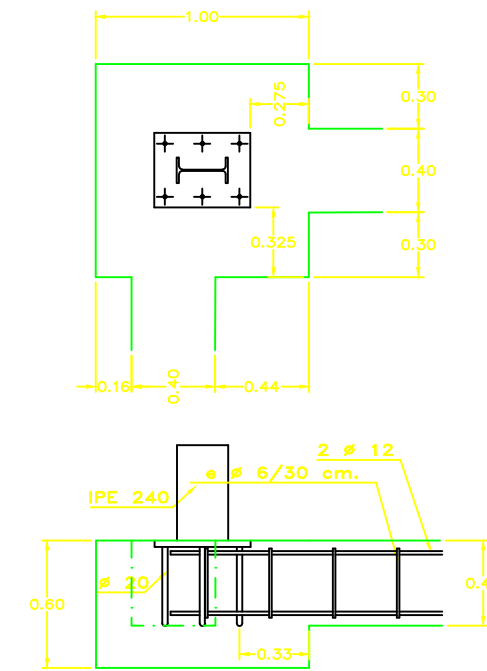
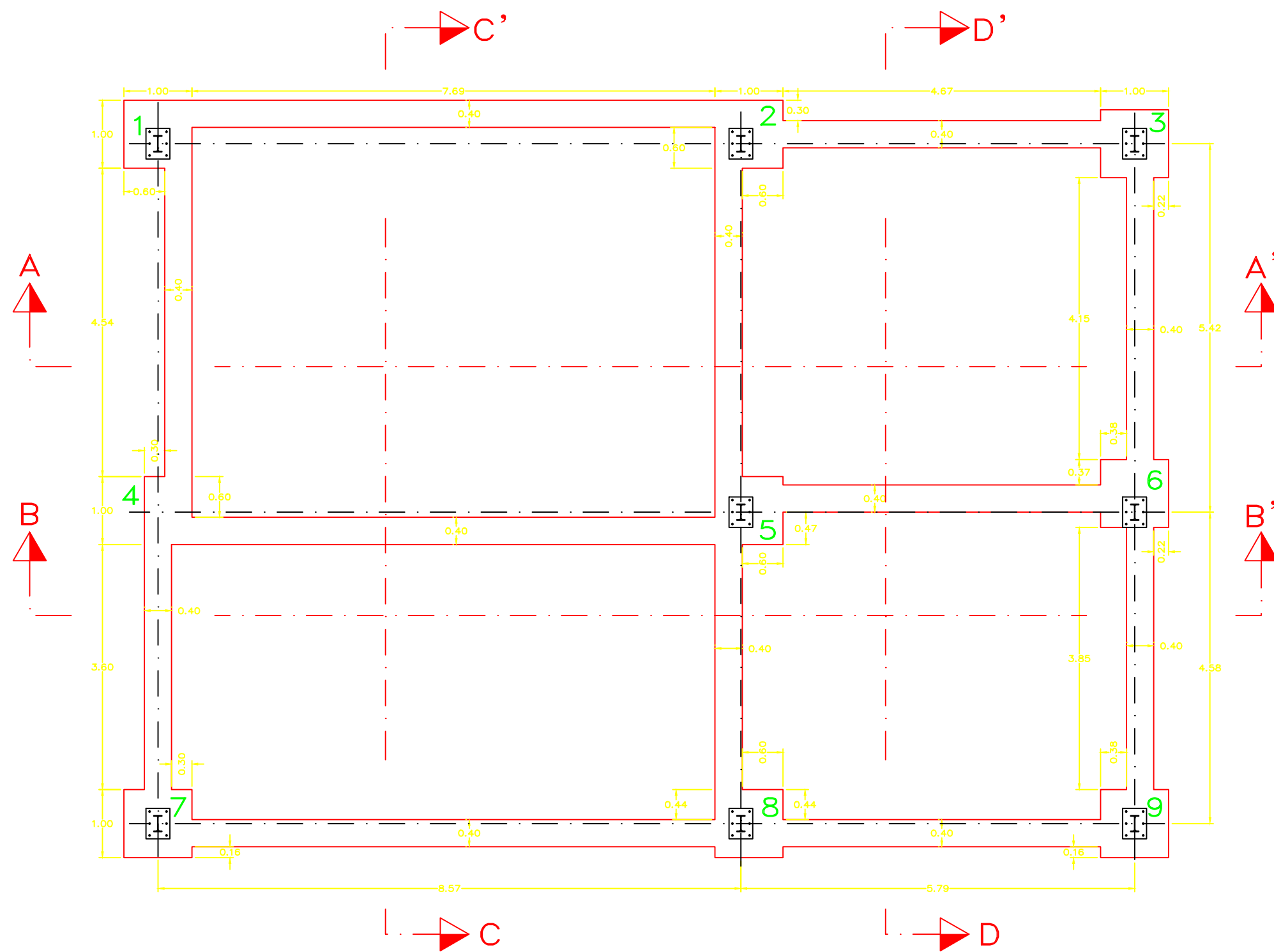
ZAPATA 4



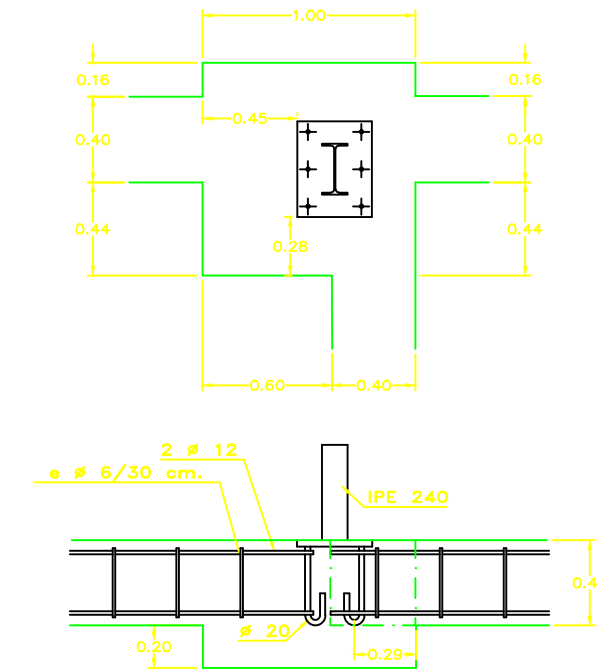
ZAPATA 5



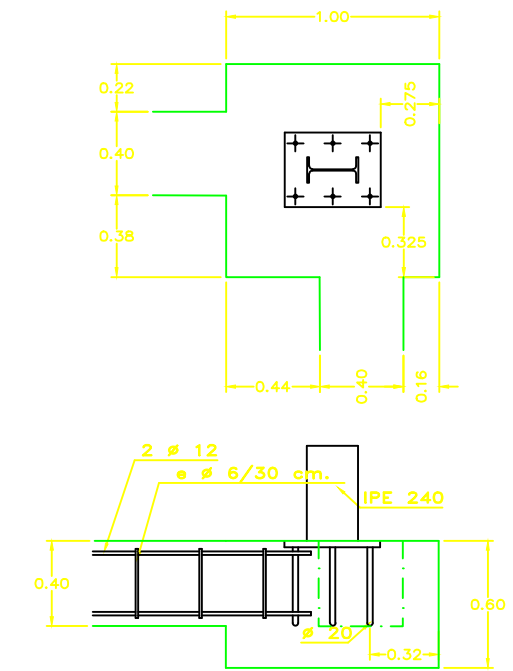
ZAPATA 6



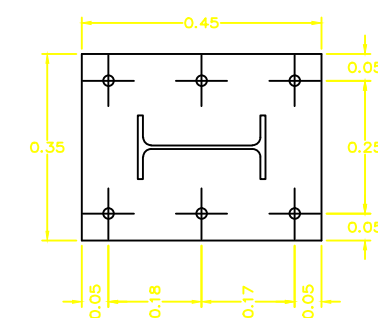
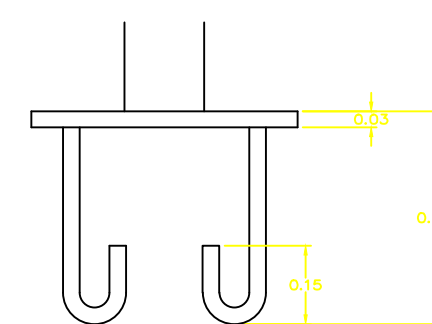
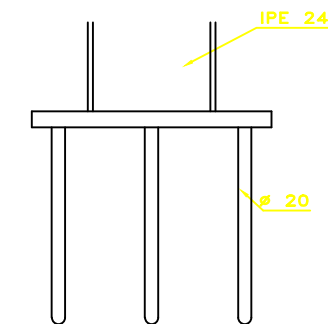
ZAPATA 7



ZAPATA 8



ZAPATA 9



DETALLE PLACAS

Esc: 1/10

CUADRO DE ZAPATAS				
ZAPATA Nº	A x B (cm x cm)	H (cm)	f <sub>A1</sub>	f <sub>B1</sub>
1,7,8,9	100 x 100	60	16 a 15	16 a 15
2,3,5,6	100 x 100	105	16 a 15	16 a 15
4	70 x 100	60	16 a 15	16 a 15

Hormigón H-175      Acero AEH-400  
10 cm. Hormigón de Limpieza H-100

PROYECTO PARQUE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN COMBUSTIBLES  
SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

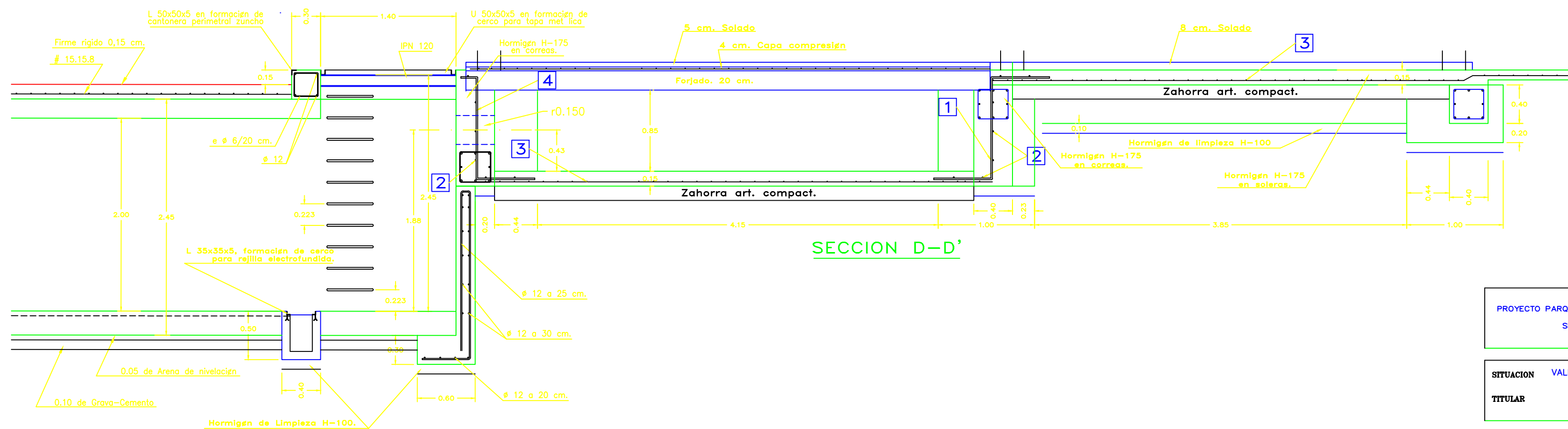
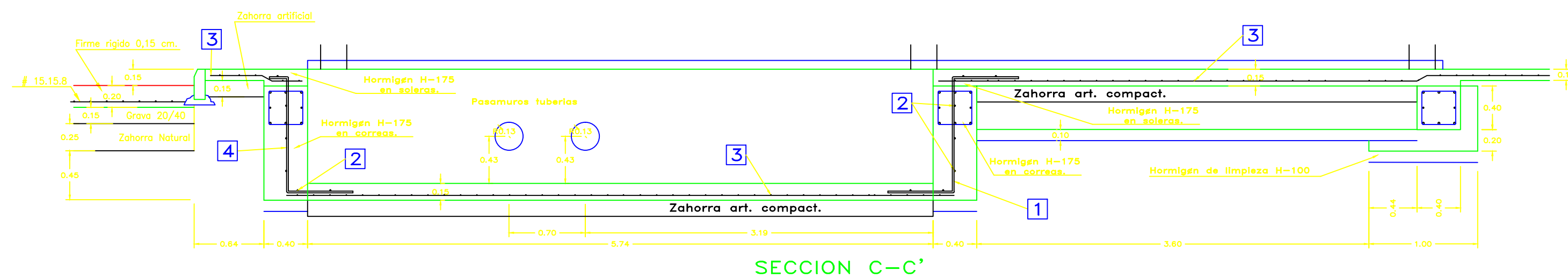
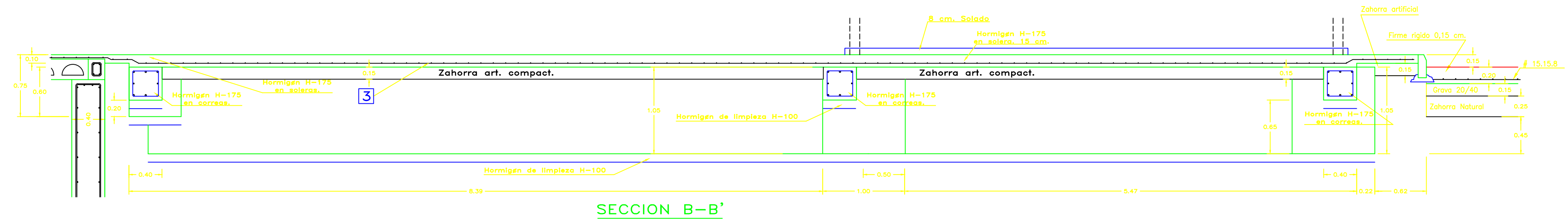
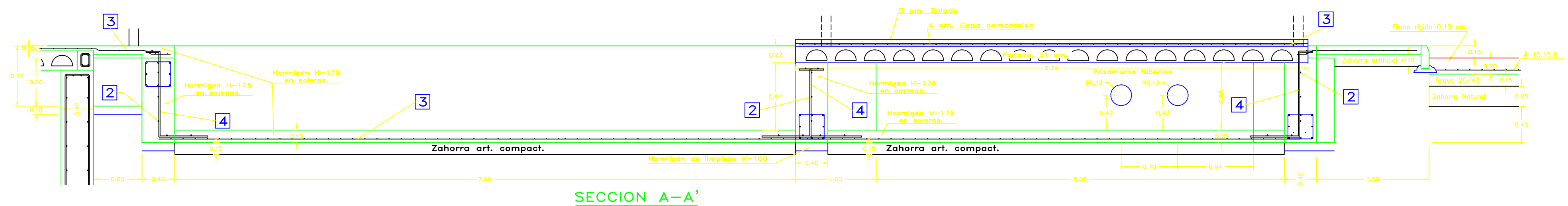
SITUACION VALLE DE ESCOMBRENAS  
CARTAGENA  
TITULAR

Alumno: José Sánchez Martínez  
Director: SALVADOR DIAZ MARTINEZ

ESCALA  
1:50/1:25  
FECHA  
JUNIO 2016

DISTRIBUCION Y ALMACENAMIENTO  
EDIFICIO DISTRIBUCION  
CIMENTACION. ZAPATAS Y PLACAS

PLANO N  
CIM-1.1



ARMADURA	R (mm.)	Sep. (cm.)	Longitud (m/ml)
1	ø 16 a 30	0,64 - 1,06 - 0,64	
2	ø 12 a 20		
3	mallaço		#15.15.8
4	ø 16 a 30	0,64 - 1,06 - 0,14	
5	ø 16 a 30	0,00 - 1,05 - 0,17	
6	ø 16 a 30	0,00 - 1,21 - 0,22	
SOLERAS			
Hormigøn H-175		Acero AEH-400	
CORREAS			
Hormigøn H-175		Acero AEH-400	
Hormigøn de limpieza H-100 (10 cm.)			

PROYECTO PARQUE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN COMBUSTIBLES  
Y  
SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

<b>SITUACION</b>	VALLE DE ESCOMBRERAS CARTAGENA
<b>TITULAR</b>	

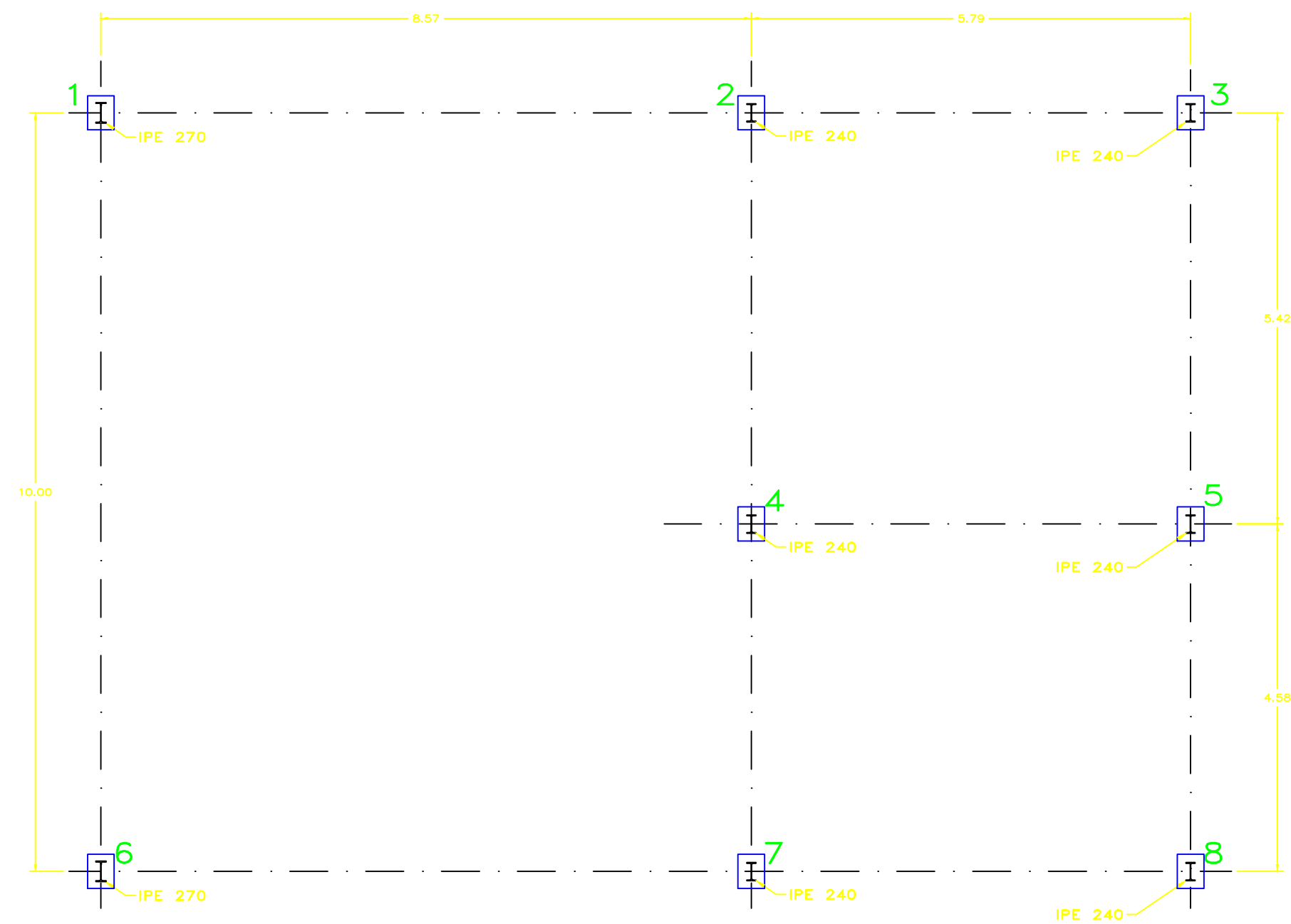
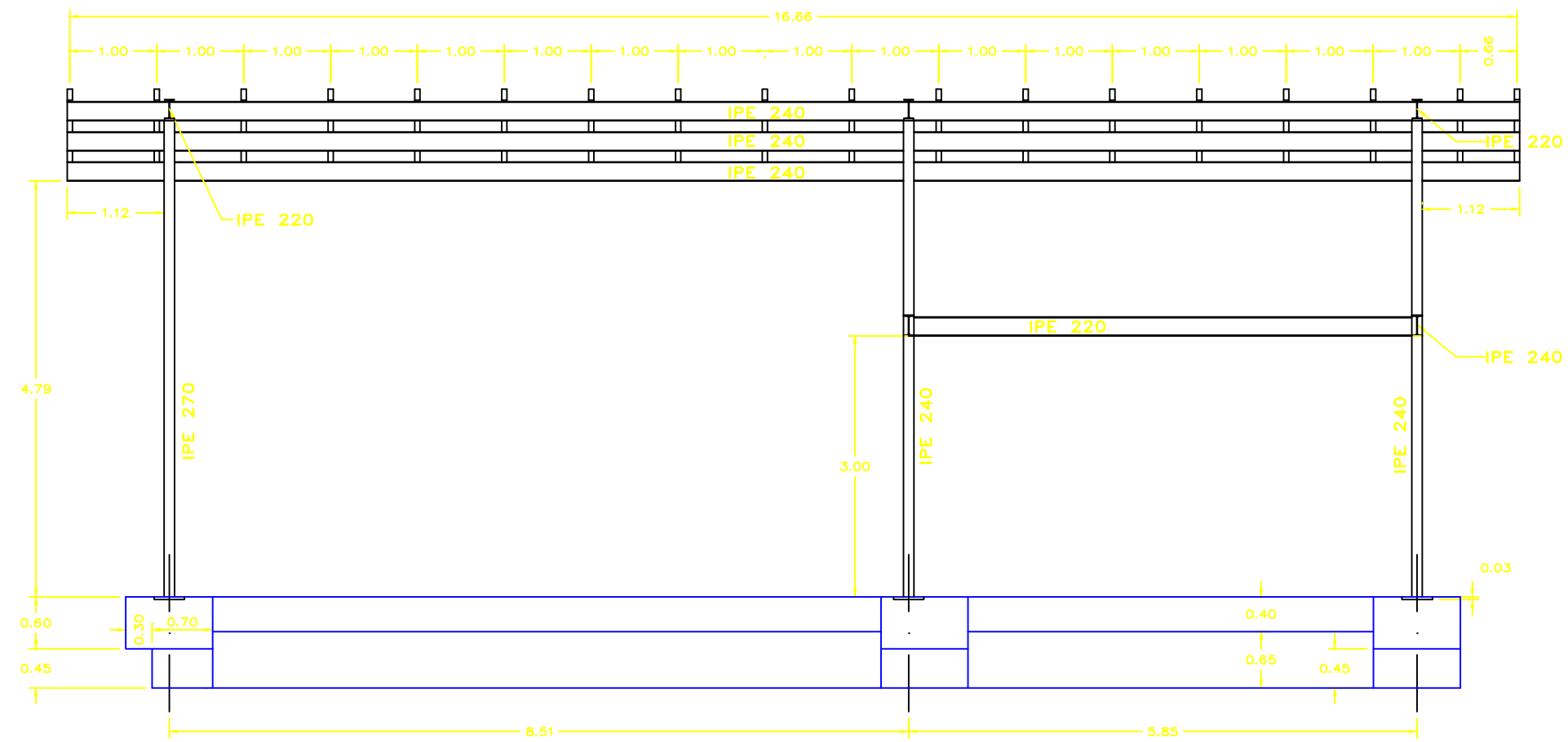
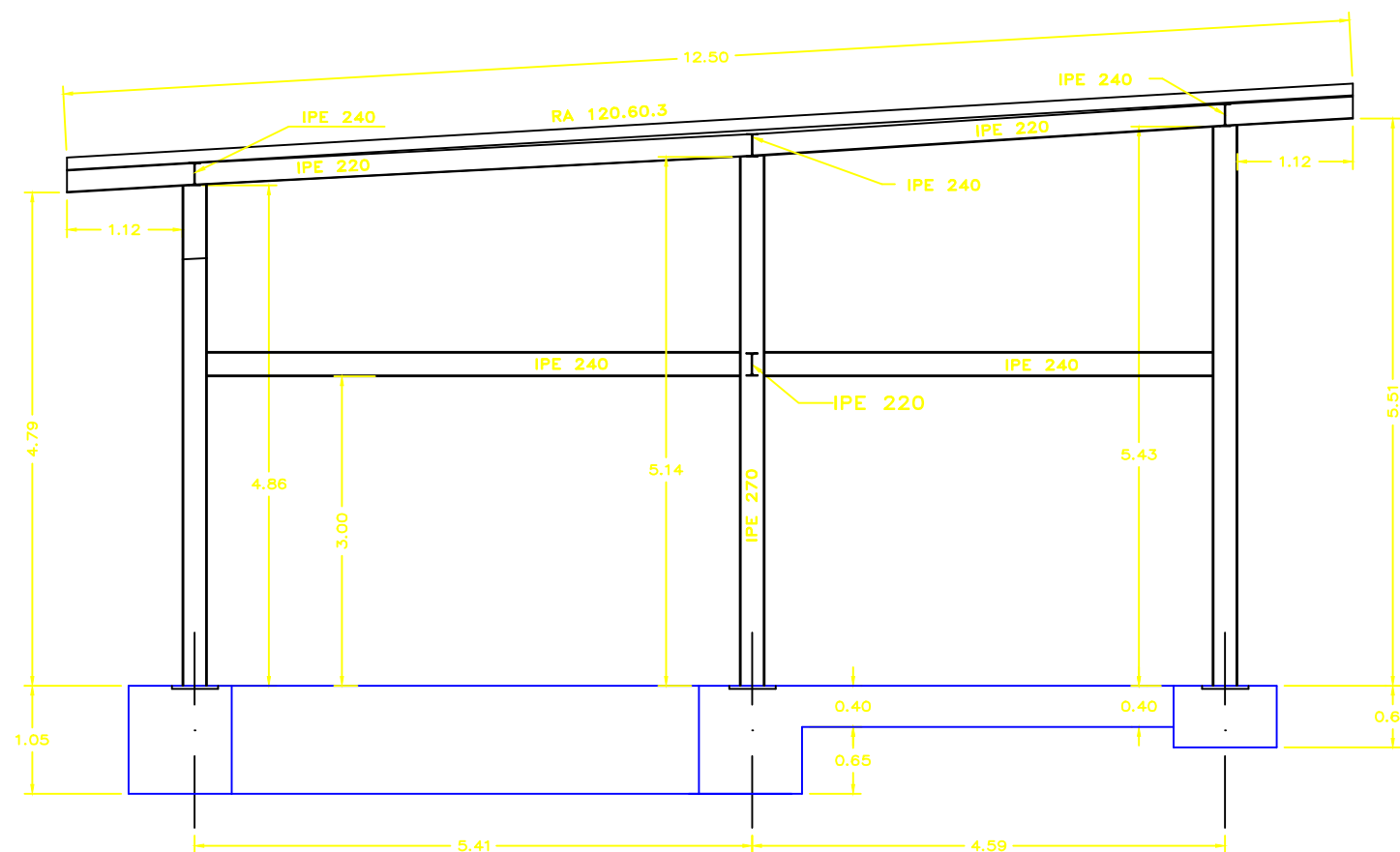
Alumno: José Sánchez Martínez

Director: SALVADOR DIAZ MARTINEZ

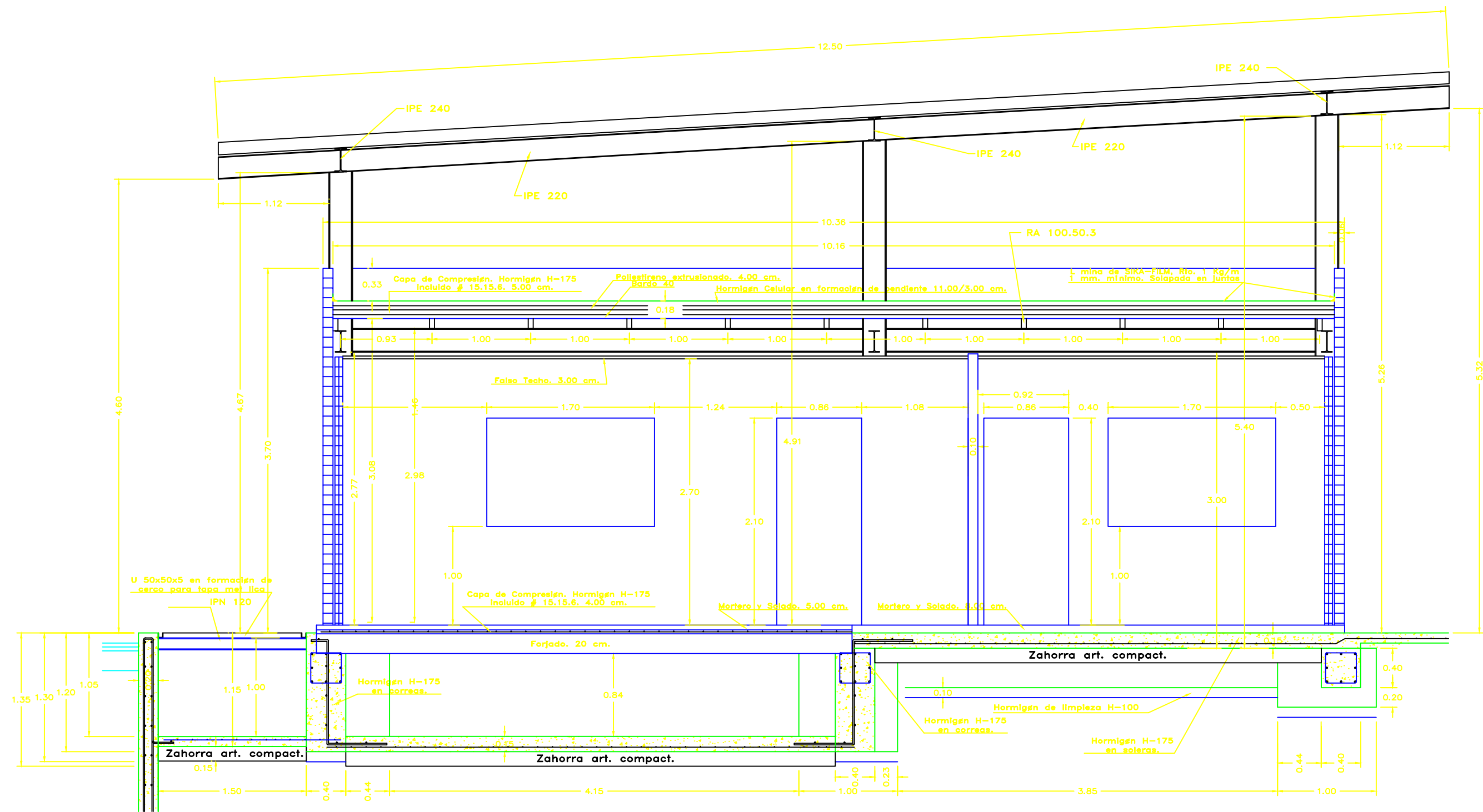
ESCALA  
1: 25  
FECHA  
JUNIO 2016

DISTRIBUCION Y ALMACENAMIENTO  
EDIFICIO DISTRIBUCION  
CIMENTACION. SECCIONES

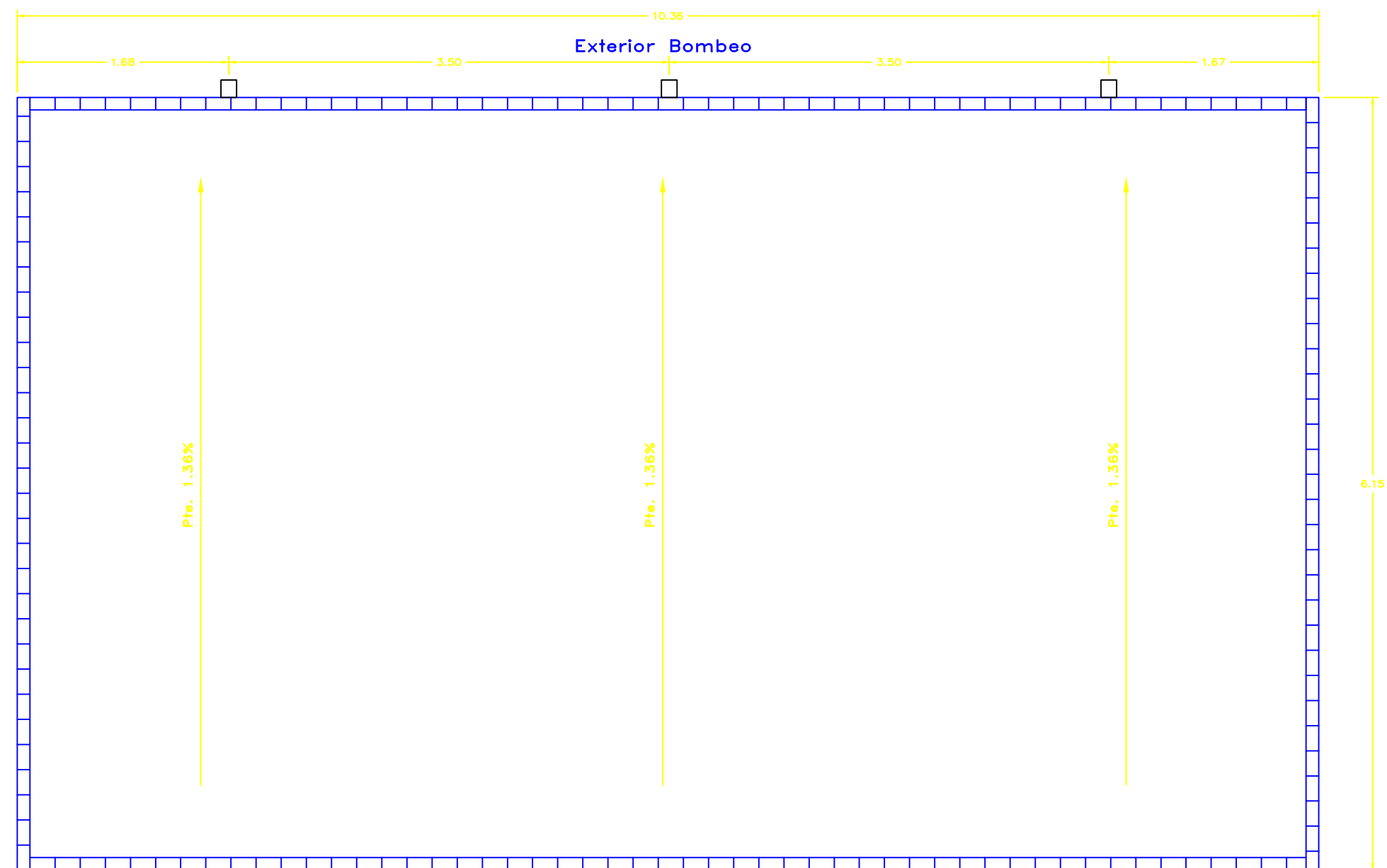
PLANO N  
CIM-1-2



PROYECTO ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN COMBUSTIBLES SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS		
SITUACION TITULAR	VALLE DE ESCOMBRENAS CARTAGENA	Alumno: José Sánchez Martínez Director: SALVADOR DIAZ MARTINEZ
ESCALA 1:50 FECHA JUNIO 2016	DISTRIBUCION Y ALMACENAMIENTO EDIFICIO DISTRIBUCION ESTRUCTURA	PLANO N CIM-1-3



SECCION A-A

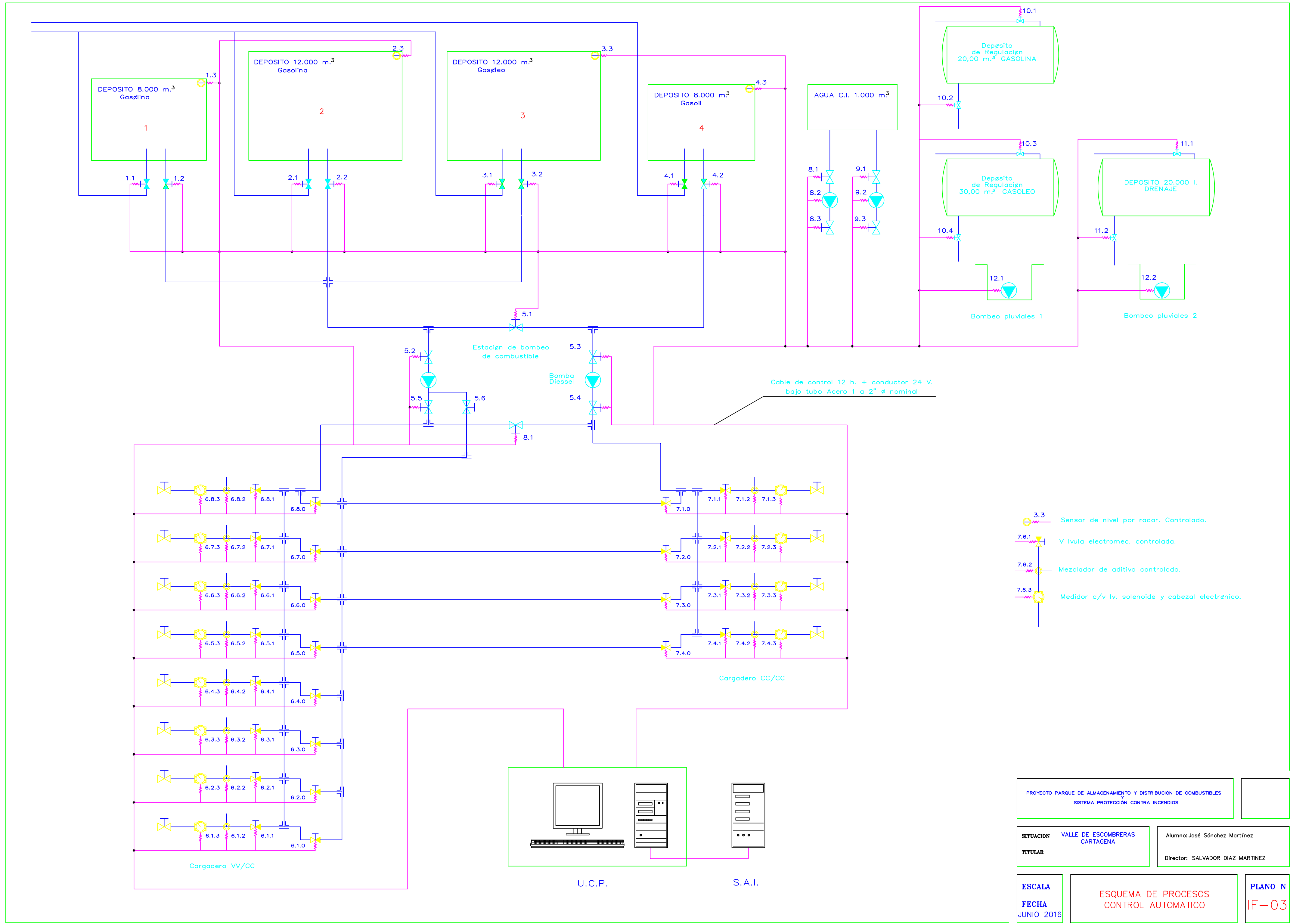


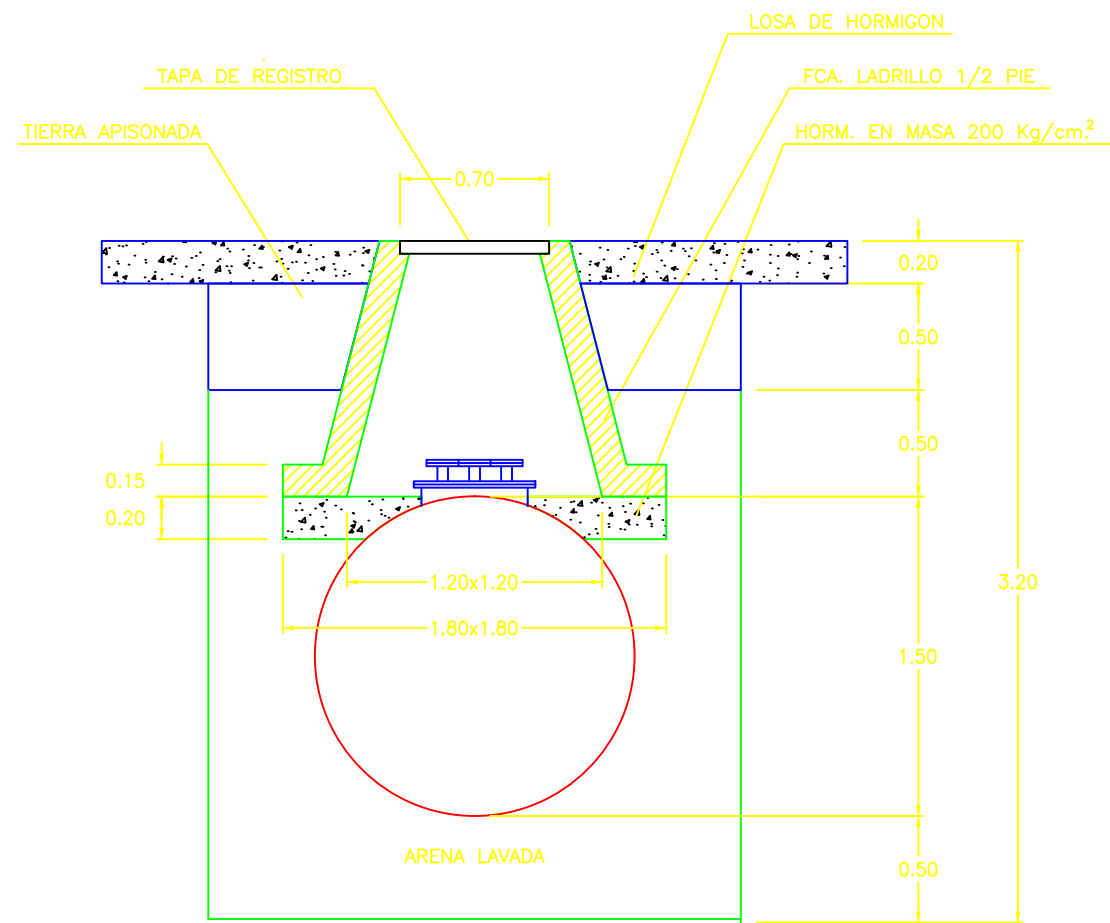
Zona Bombeo  
DETALLE CUBIERTA OFICINAS

PROYECTO PARQUE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN COMBUSTIBLES Y SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			
SITUACION	VALLE DE ESCOMBRERAS CARTAGENA	Alumno: José Sánchez Martínez	
TITULAR		Director: SALVADOR DIAZ MARTINEZ	
ESCALA 1:30 FECHA JUNIO 2016	DISTRIBUCION Y ALMACENAMIENTO EDIFICIO DISTRIBUCION SECCION ESTRUCTURA. DETALLE CUBIERTA		PLANO N CIM-1-4

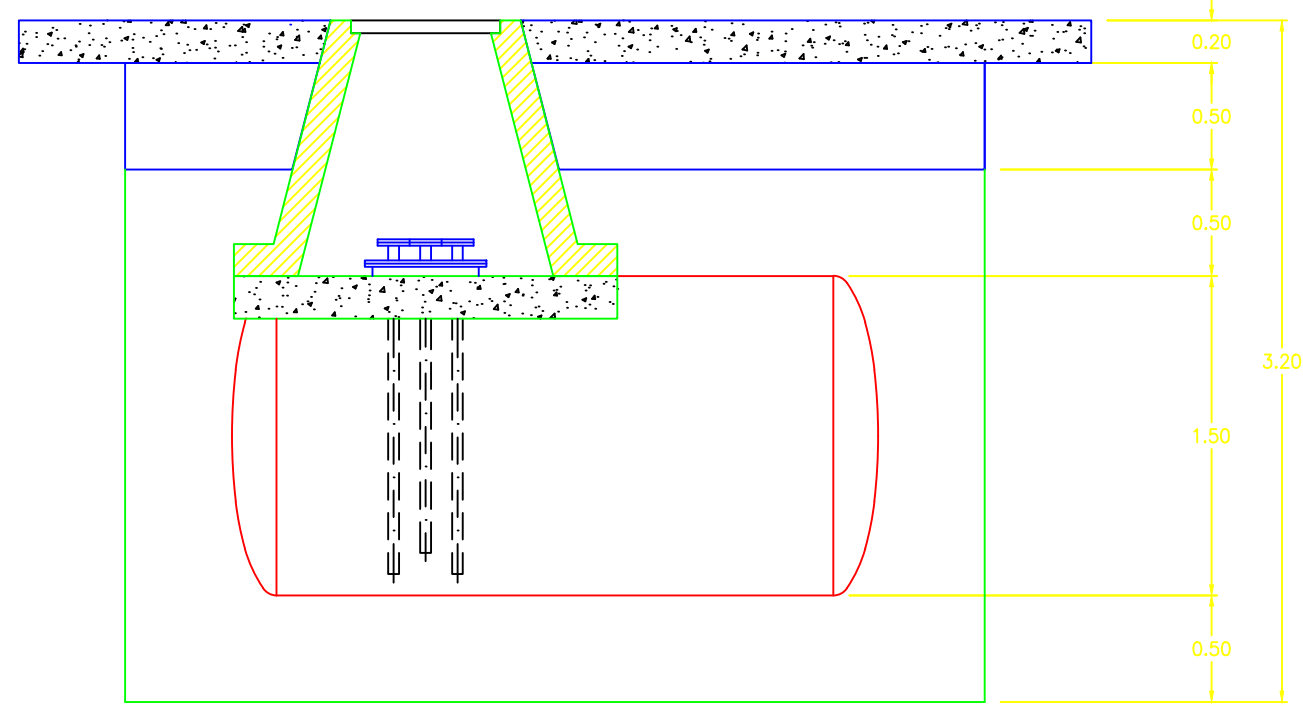




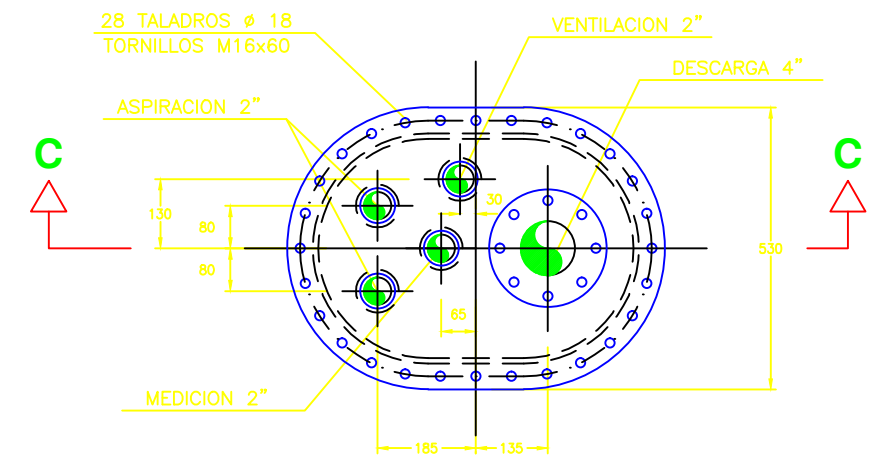




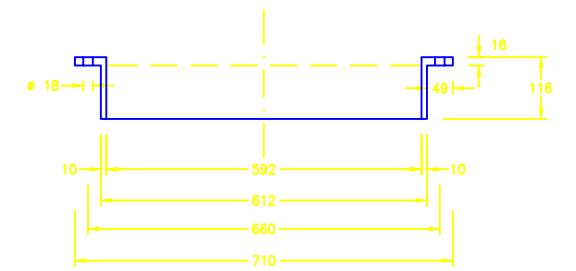
**SECCION A-A**



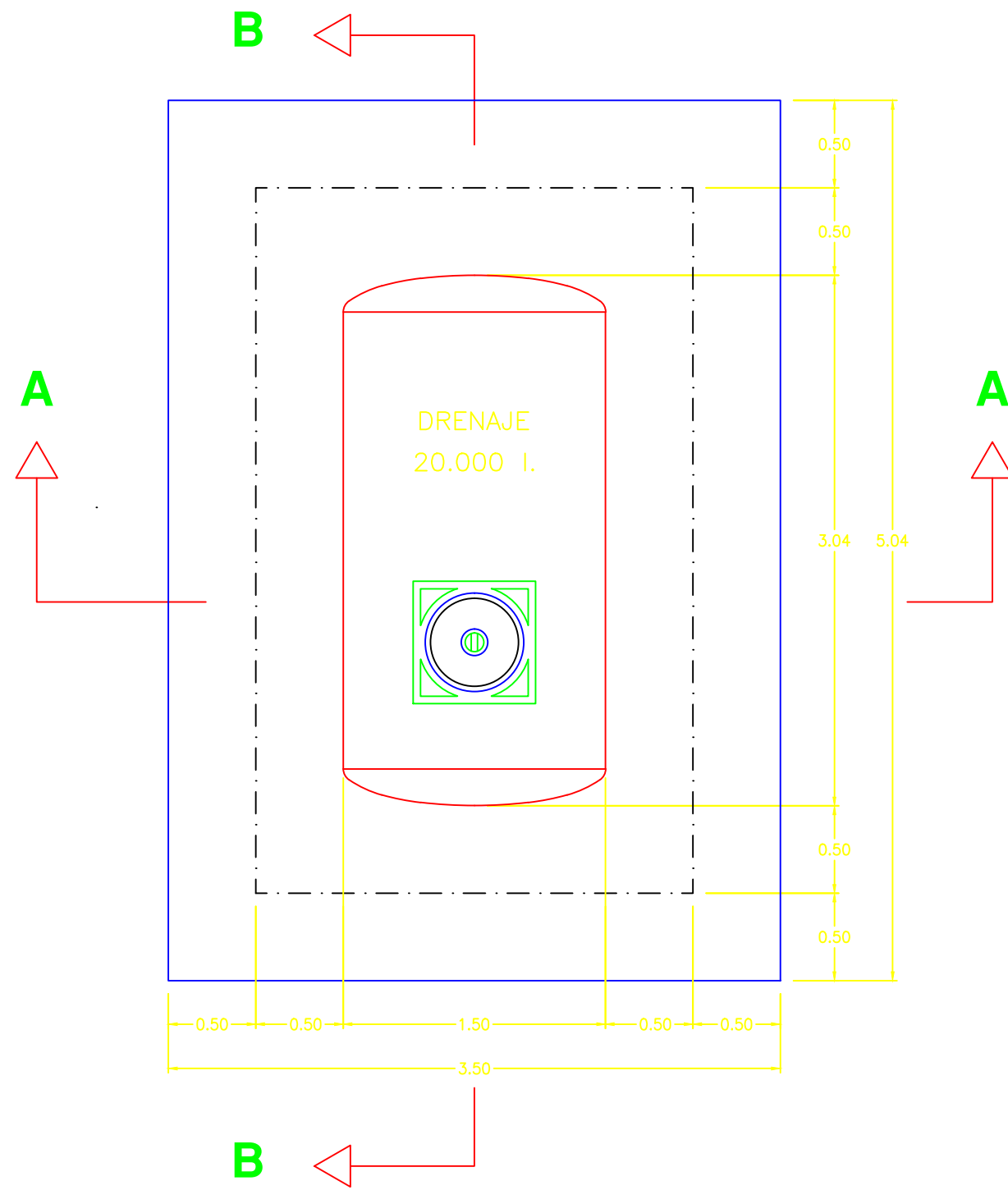
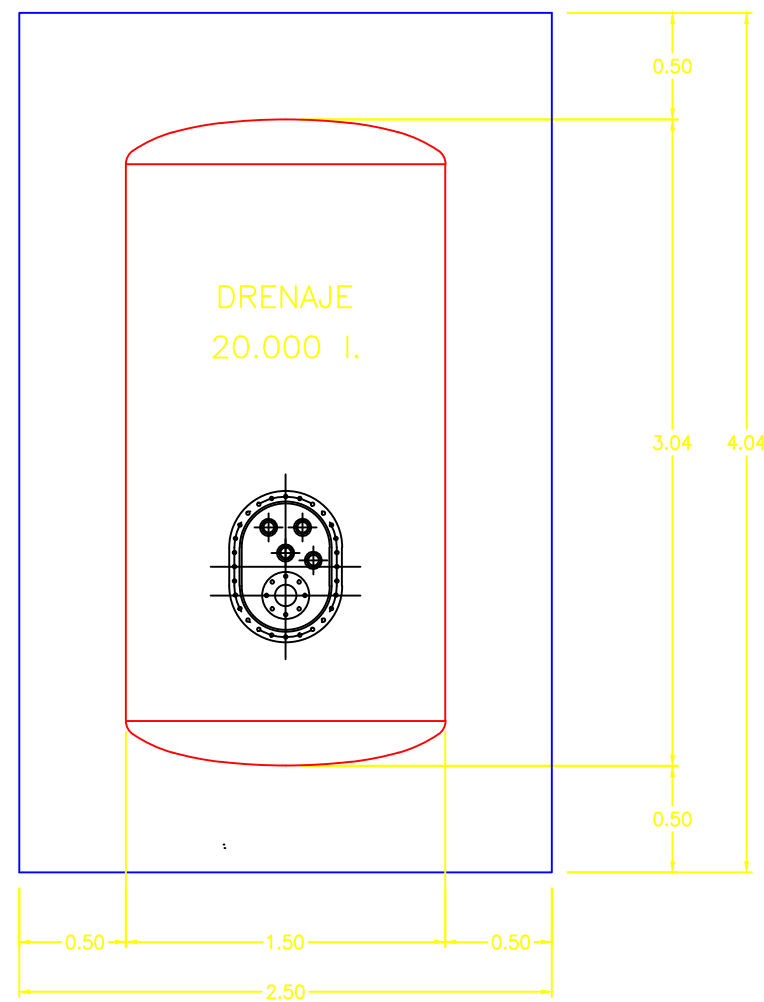
**SECCION B-B**



**BOCA DE HOMBRE**



**SECCION C-C**



PROYECTO DE OLEODUCTO Y PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES. MUELLE PRINCIPE FELIPE A PARQUE EN EL FANGAL.

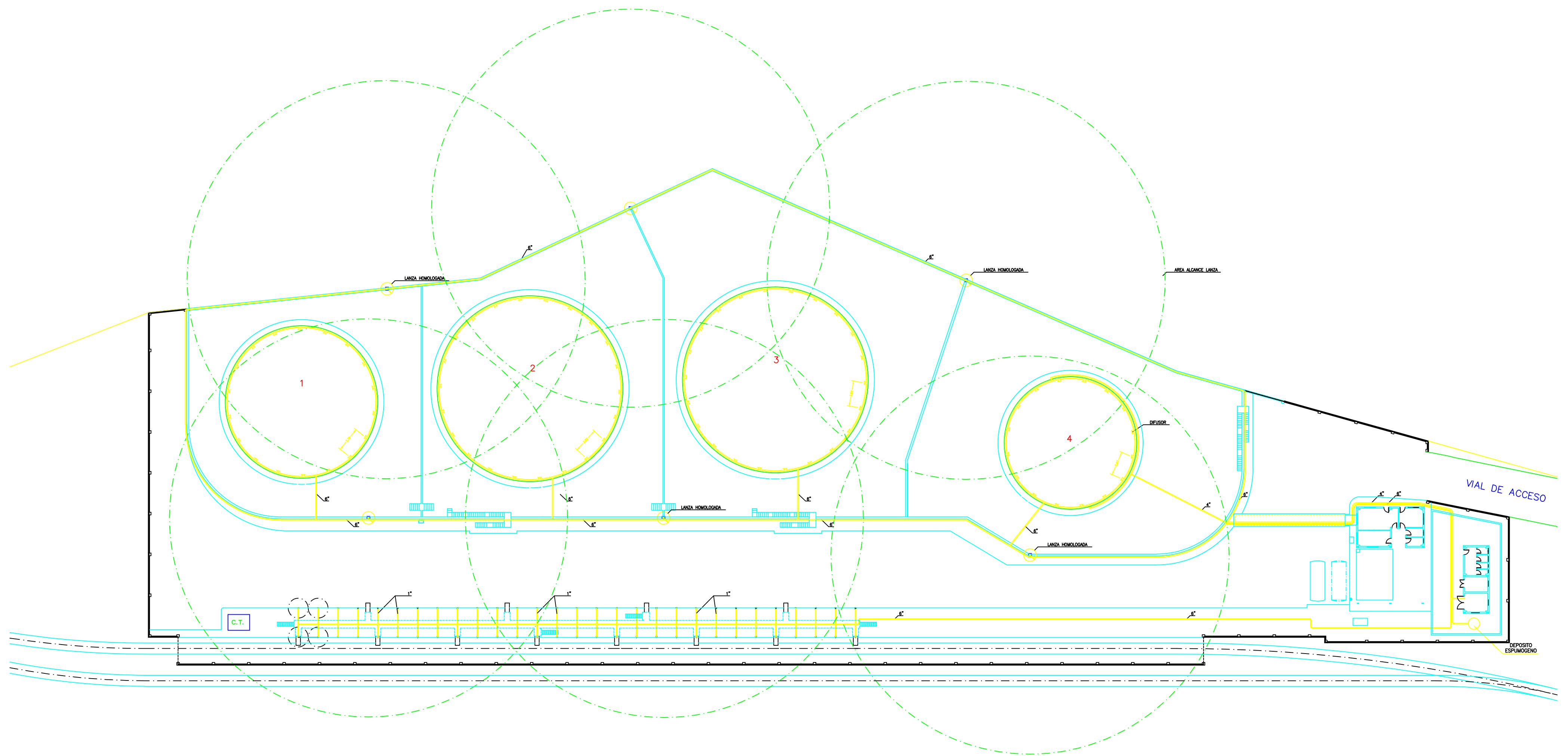
SITUACION VALLE DE ESCOMBRERAS  
TITULAR CARTAGENA

Alumno: José Sánchez Martínez  
Director: SALVADOR DIAZ MARTINEZ

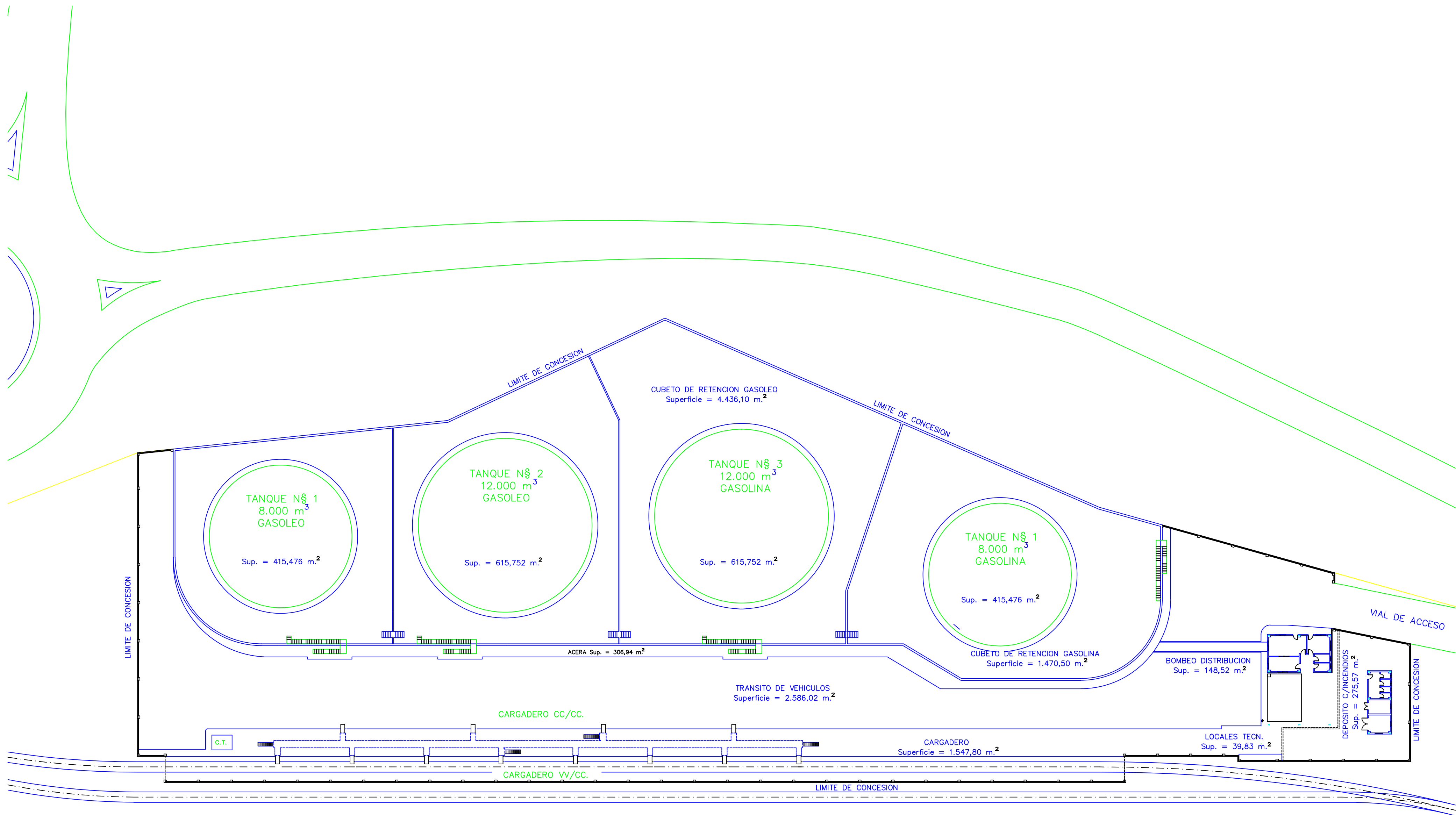
ESCALA 1:25  
FECHA JUNIO 2016

DEPOSITO 5000 L. DRENAJE  
OBRA CIVIL

PLANO N IF-1.3

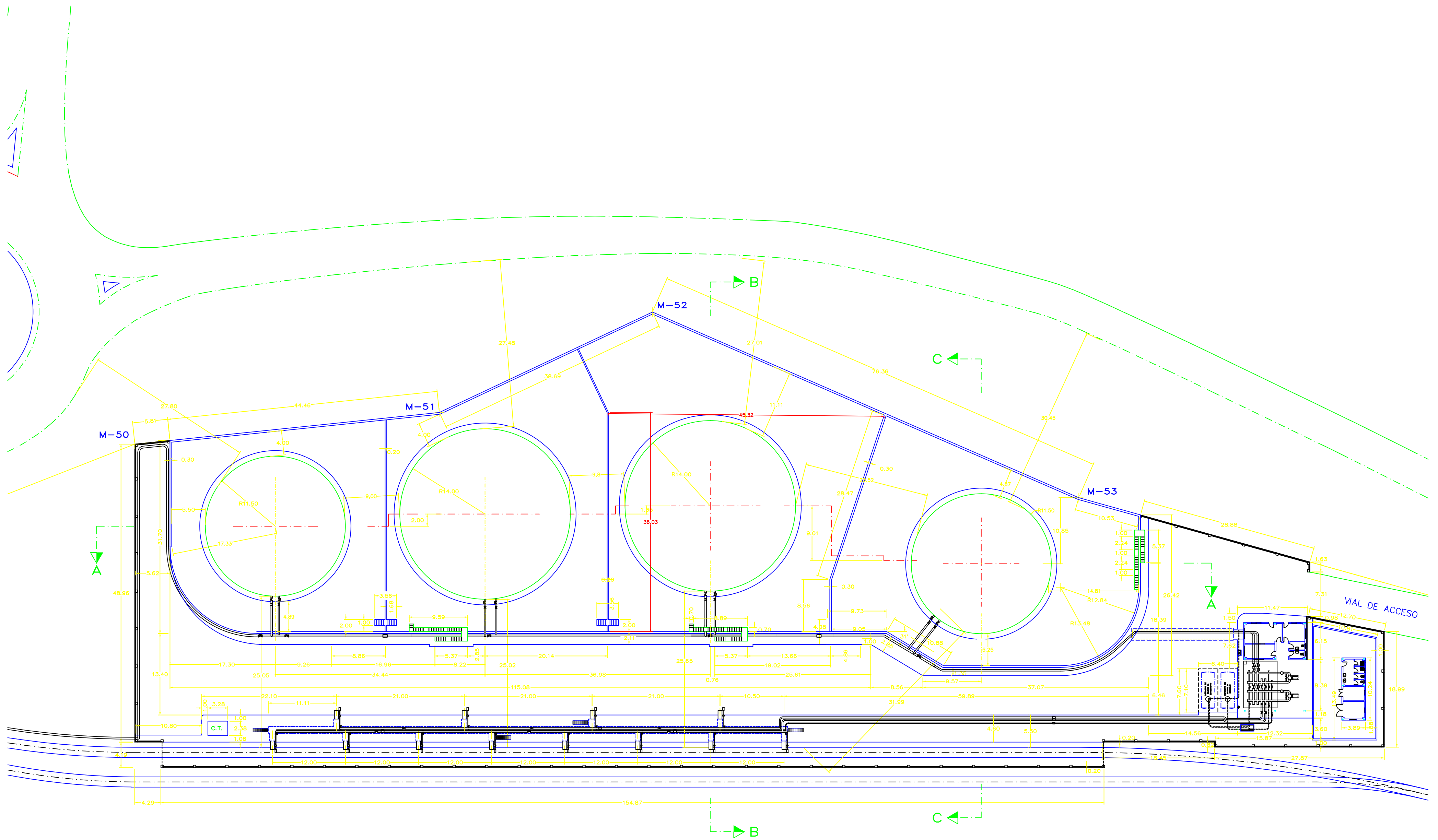


PROYECTO PARQUE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES Y SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS		
SITUACION TITULAR	VALLE DE ESCOMBRENAS CARTAGENA	Alumno: José Sánchez Martínez Director: SALVADOR DIAZ MARTINEZ
ESCALA 1: 300 FECHA JUNIO 2016	REDES CONTRA INCENDIOS	PLANO N IF-1-4



SUPERFICIE TOTAL OBJETO DE CONCESION EN PARQUE Y CARGADERO: 60.978 m2.

PROYECTO PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS		
SITUACION TITULAR	VALLE DE ESCOMBRENAS CARTAGENA	Alumno: José Sánchez Martínez Director: SALVADOR DIAZ MARTINEZ
ESCALA 1: 300 FECHA JUNIO 2016	DISTRIBUCION Y ALMACENAMIENTO PLANTA GENERAL USOS Y SUPERFICIES	PLANO N OC-1.1a sustituye a OC-1.1a



PROYECTO PARQUE ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLES Y DISTRIBUCIÓN  
Y  
SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

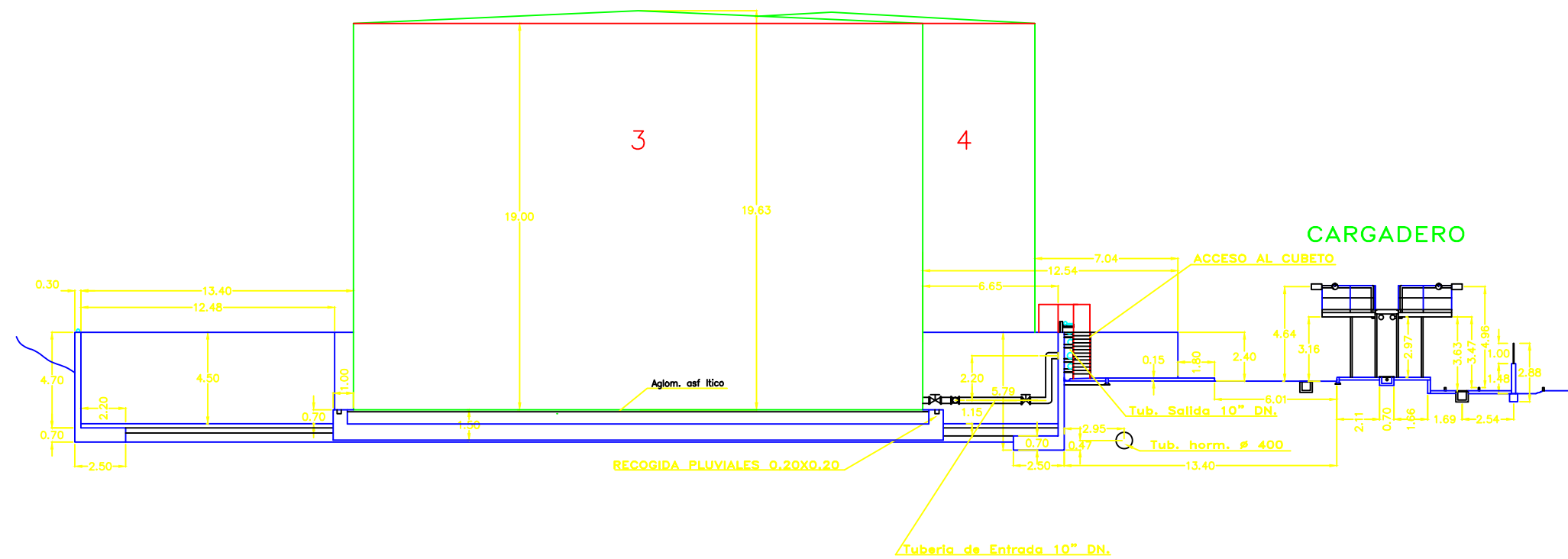
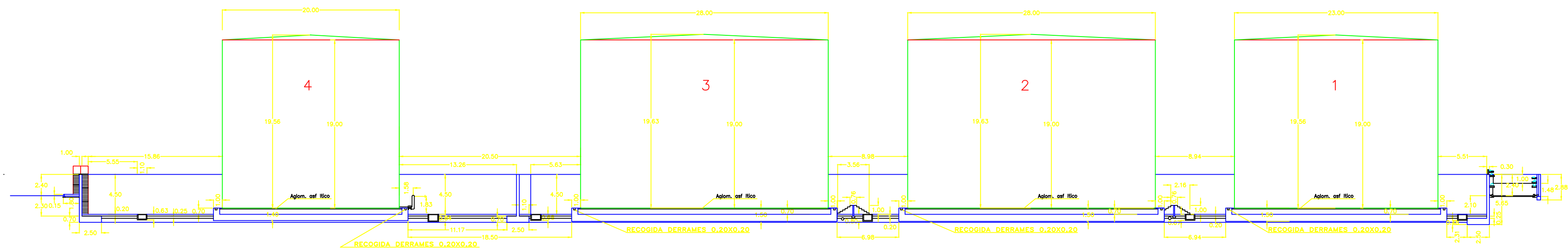
SITUACION VALLE DE ESCOMBRERAS  
CARTAGENA  
TITULAR

Alumno: JOSE A. GARCIA TORRES  
Director: SALVADOR DIAZ MARTINEZ

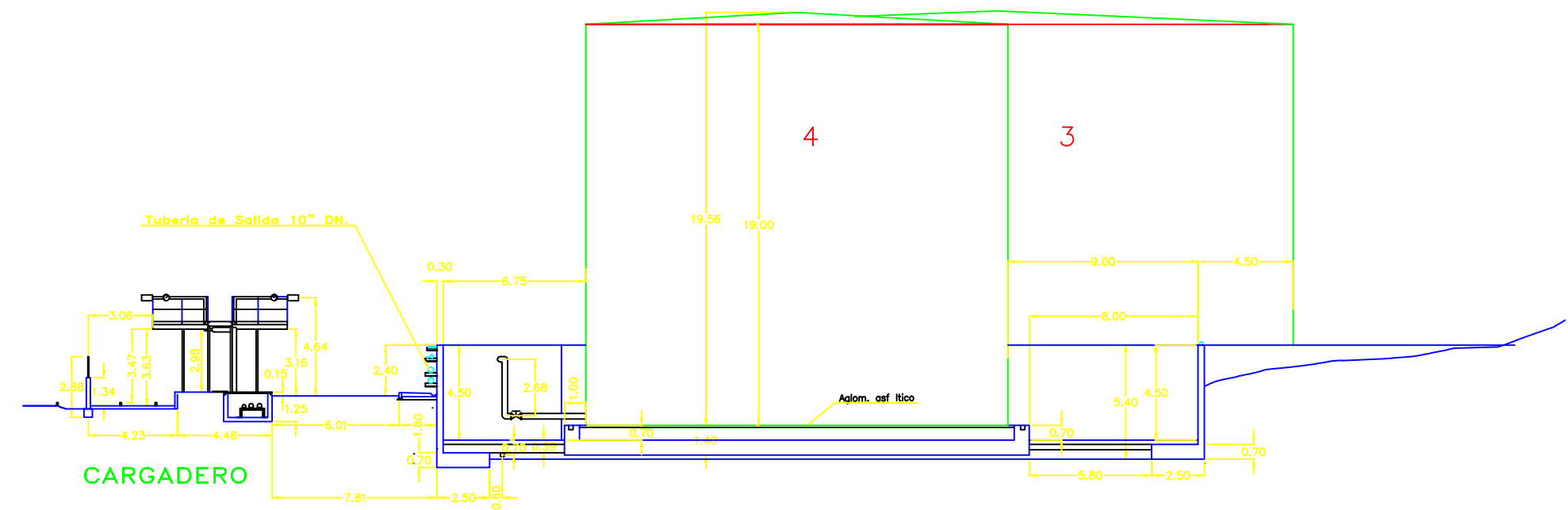
ESCALA  
1: 300  
FECHA  
JUNIO 2016

DISTRIBUCION Y ALMACENAMIENTO  
PLANTA GENERAL  
COTAS

PLANO N  
OC-1.2



SECCION B-B'  
ESCALA 1/200



SECCION C-C'  
ESCALA 1/200

PROYECTO PARQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES  
SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

SITUACION VALLE DE ESCOMBRENAS  
TITULAR CARTAGENA

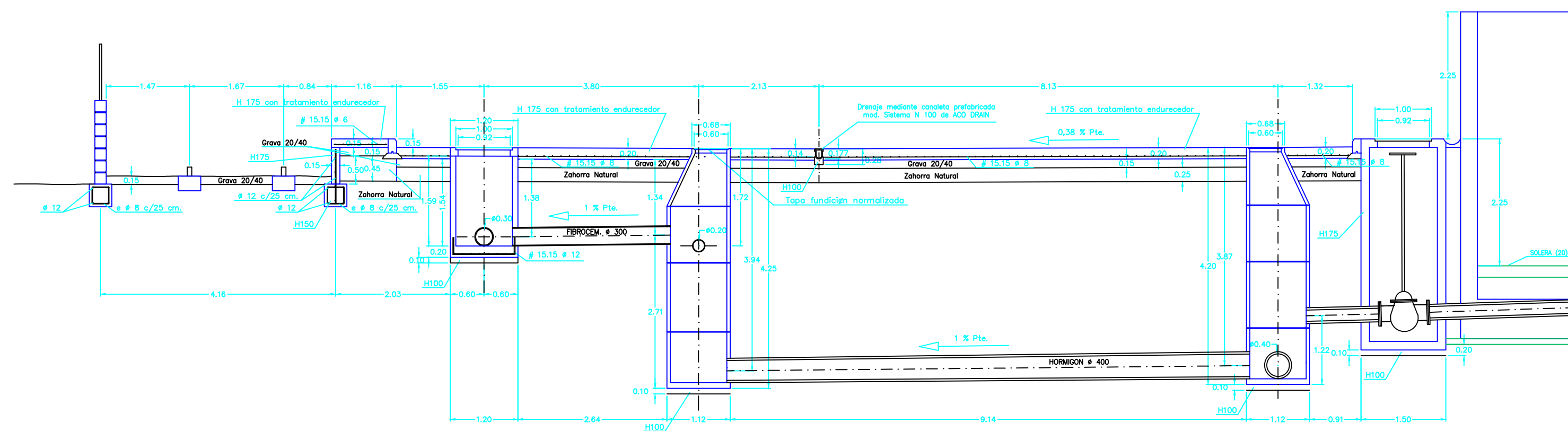
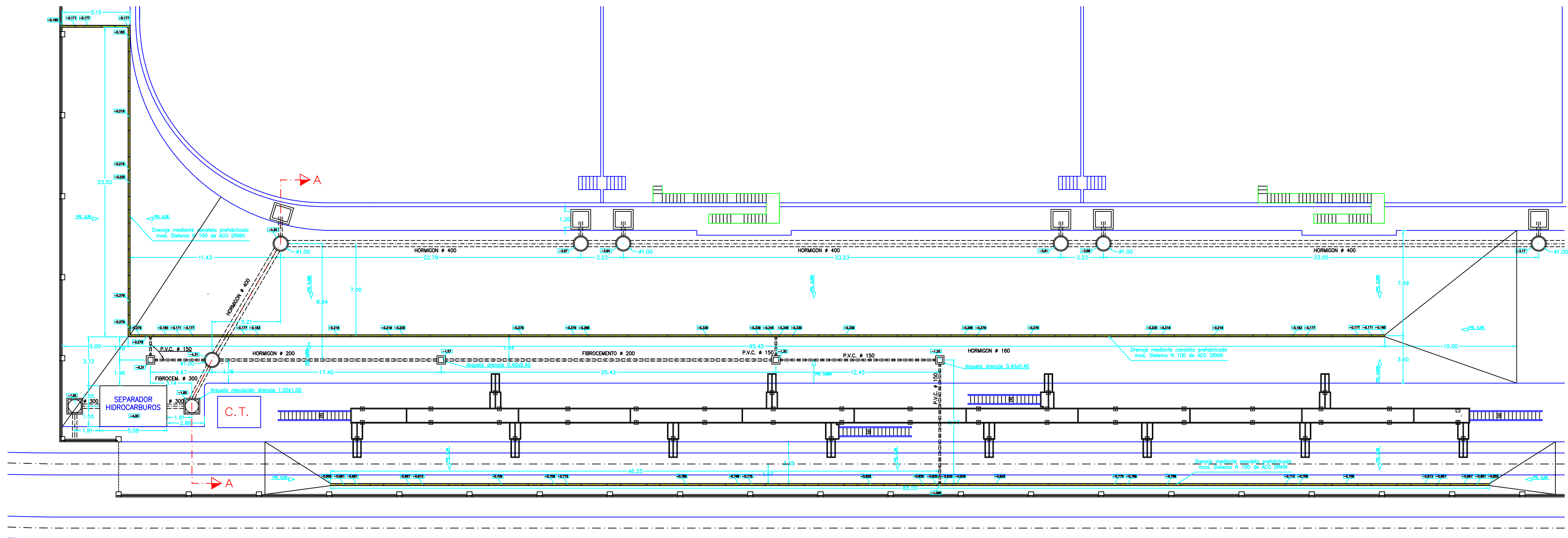
Aluno: JOSE Sánchez Martínez  
Director: SALVADOR DIAZ MARTINEZ

ESCALA  
1:200  
FECHA  
JUNIO 2016

PARQUE ALMACENAMIENTO  
SECCIONES

PLANO N  
OC-1.3a  
sustituye a





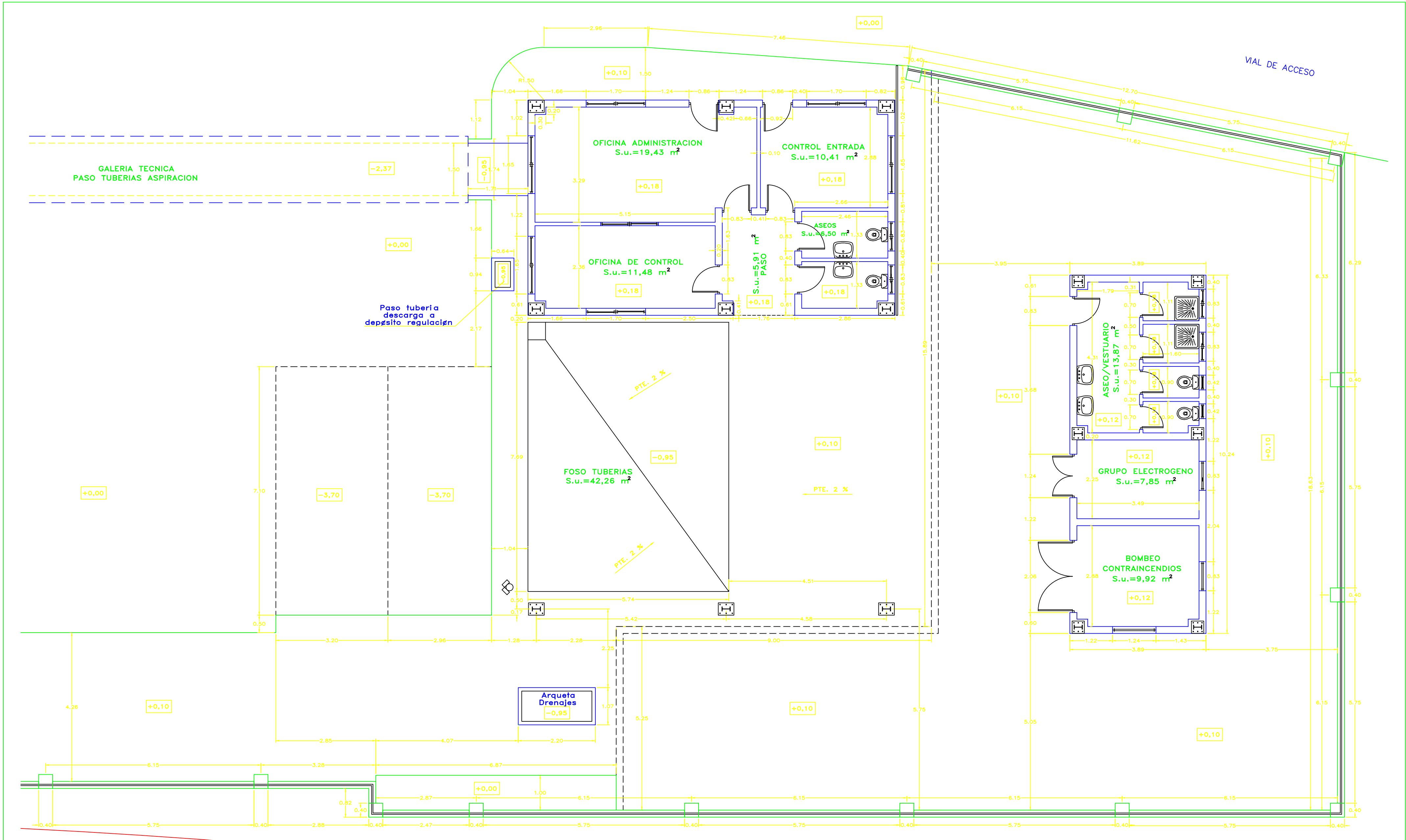
SECCION A-A

Esc. 1:50

ESCALA  
1:150  
FECHA  
JUNIO 2016

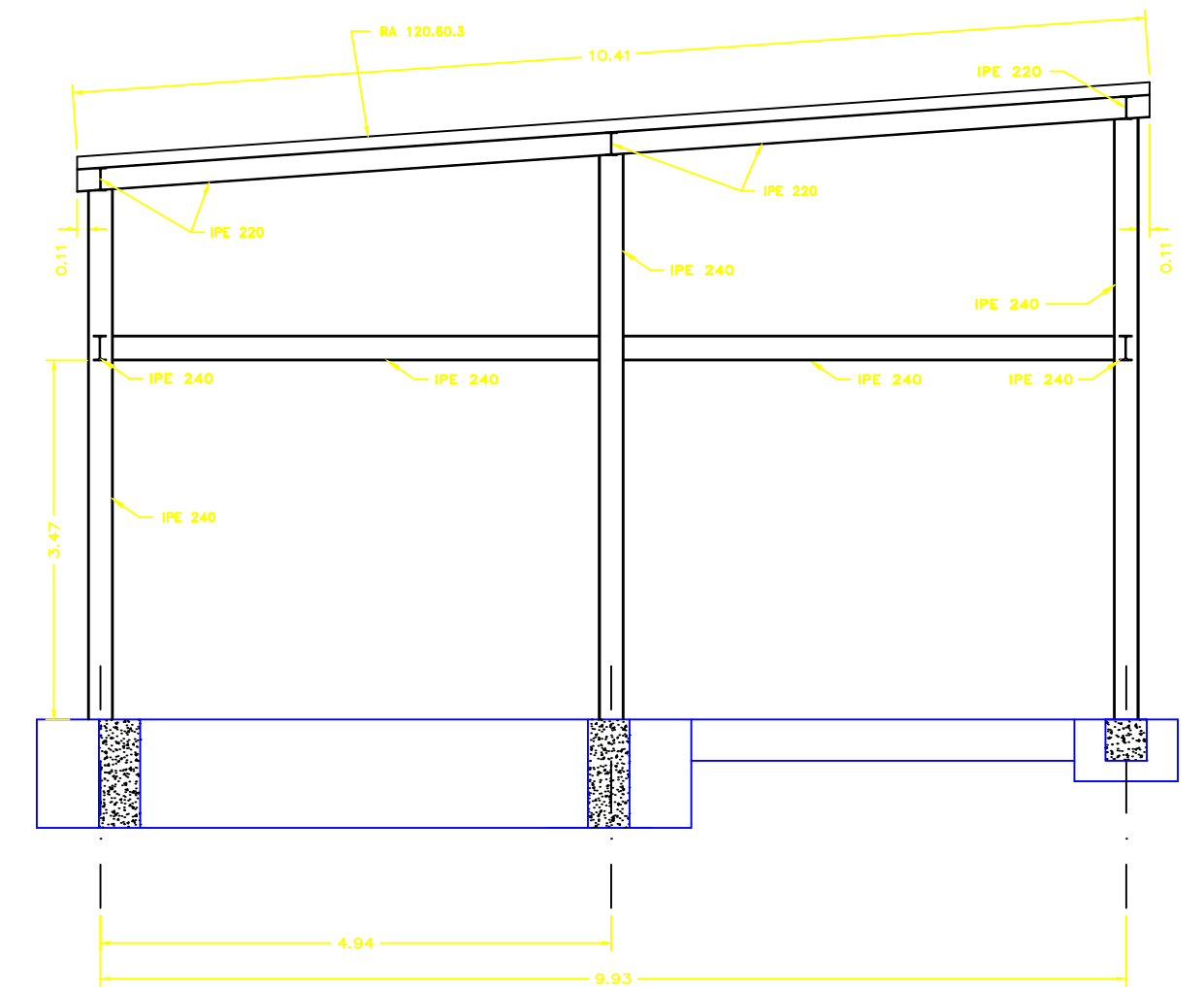
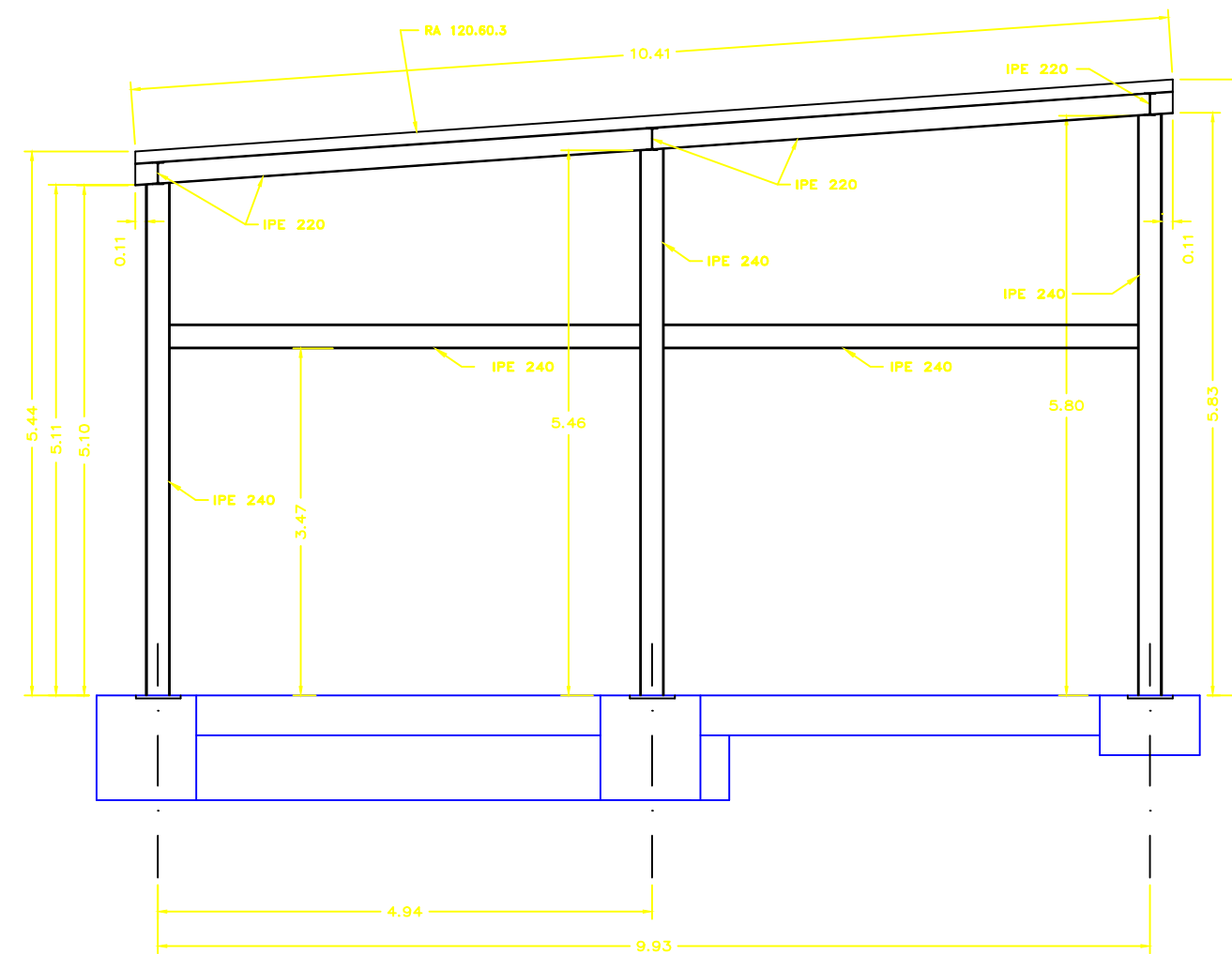
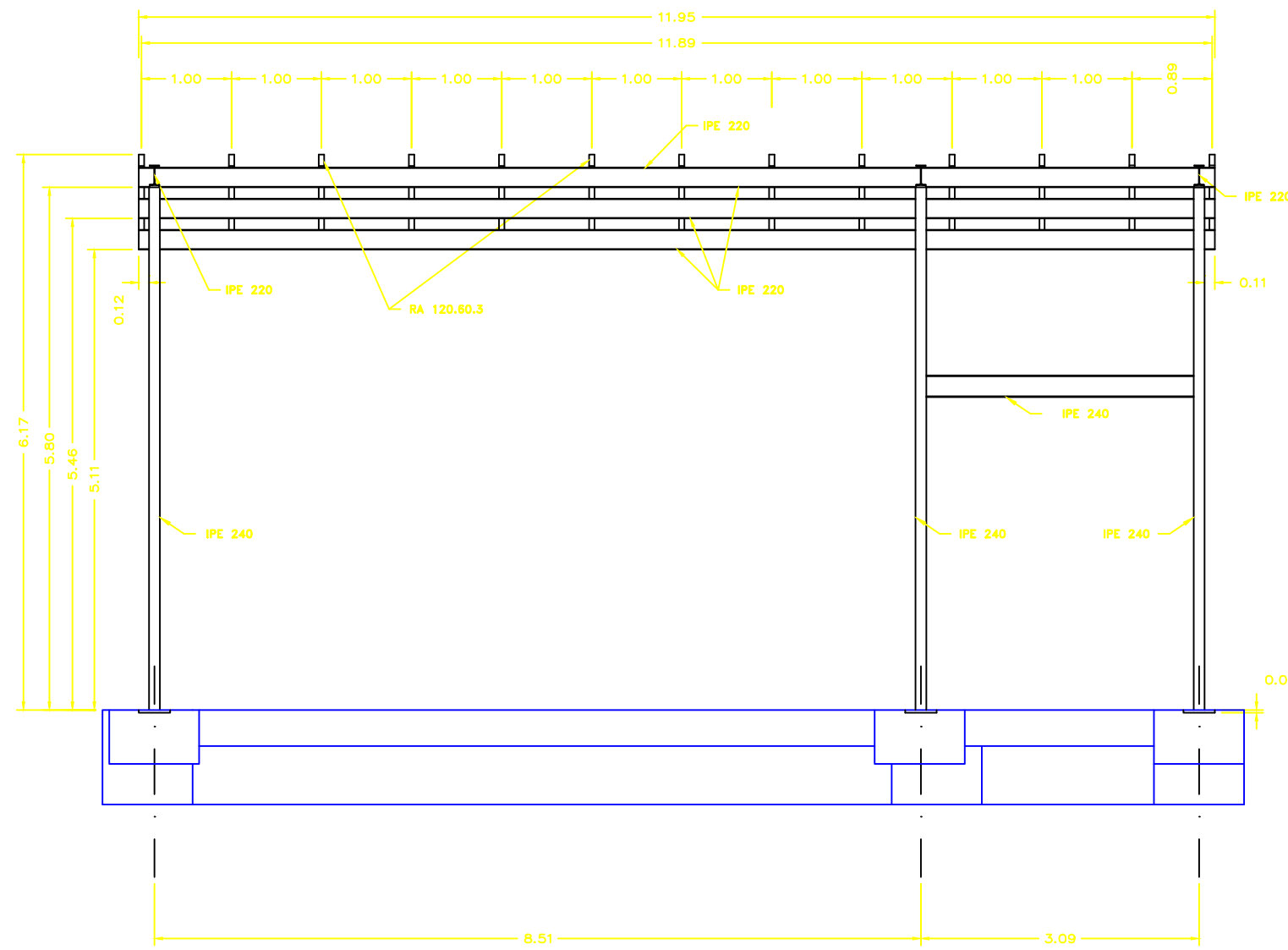
CARGADERO VV/CC. Y CC/CC.  
DRENAJES

PLANO N  
OC-1.4a

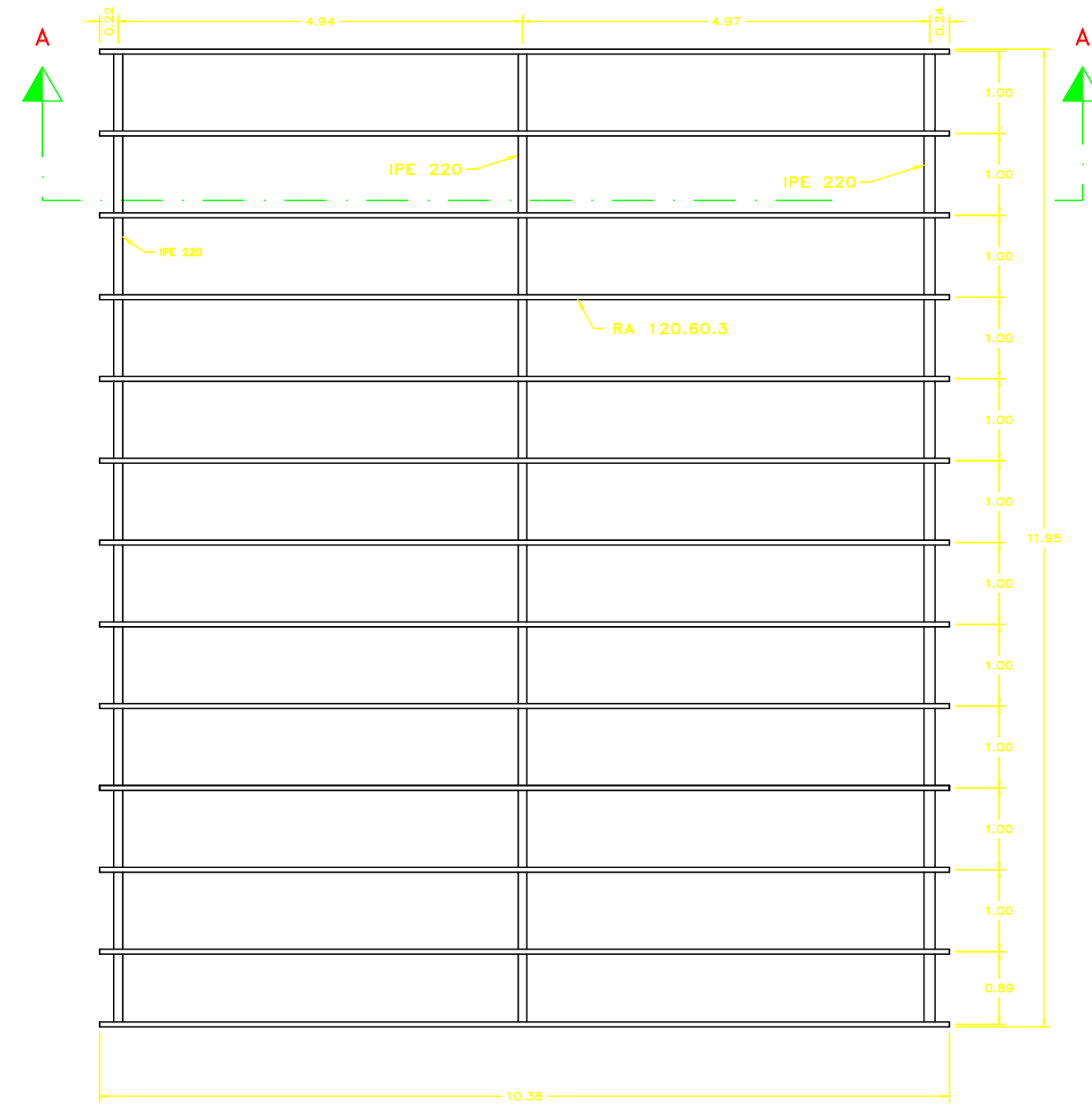
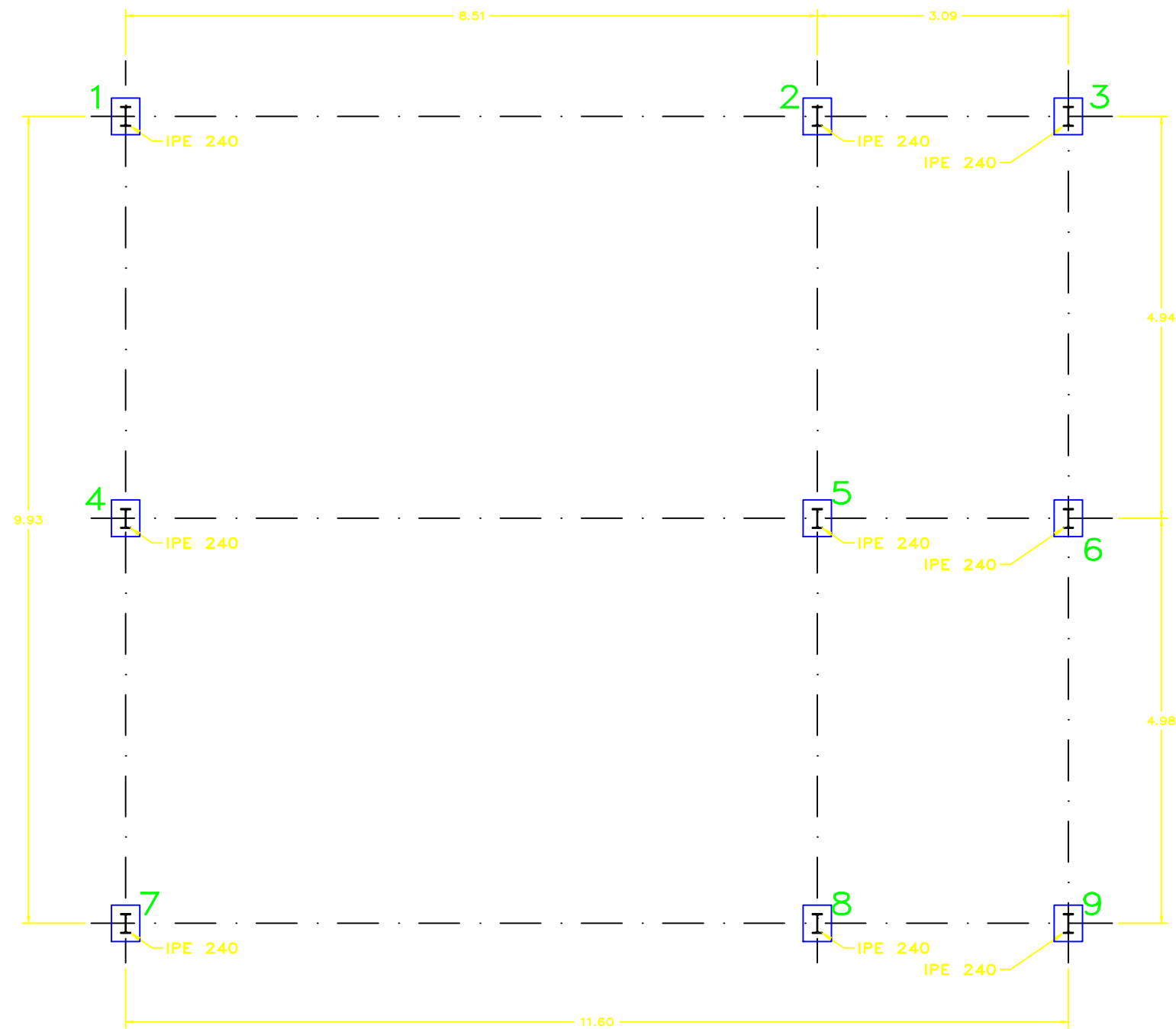


PROYECTO PARQUE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN COMBUSTIBLES Y SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS		
SITUACION	VALLE DE ESCOMBRENAS CARTAGENA	ALUMNO: José Sánchez Martínez Director: SALVADOR DIAZ MARTINEZ
TITULAR		
ESCALA	1:50	DISTRIBUCION Y ALMACENAMIENTO EDIFICIO DISTRIBUCION COTAS Y SUPERFICIES
FECHA	JUNIO 2016	
		PLANO N OC-7.1a





SECCION A-A



PROYECTO PARQUE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES  
Y  
SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

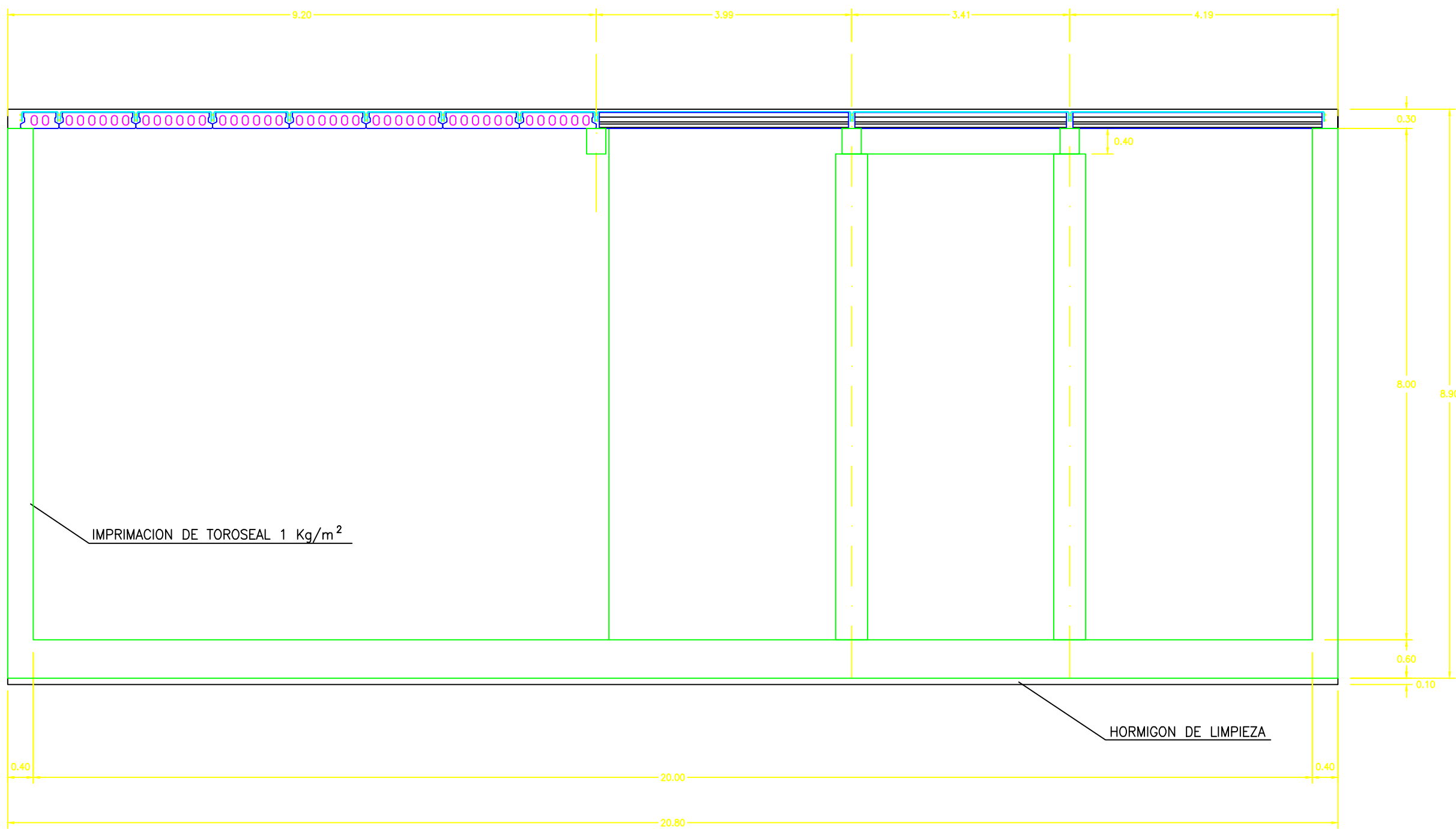
SITUACION VALLE DE ESCOMBRENAS  
CARTAGENA  
TITULAR

Alumno: José Sánchez Martínez  
Director: SALVADOR DIAZ MARTINEZ

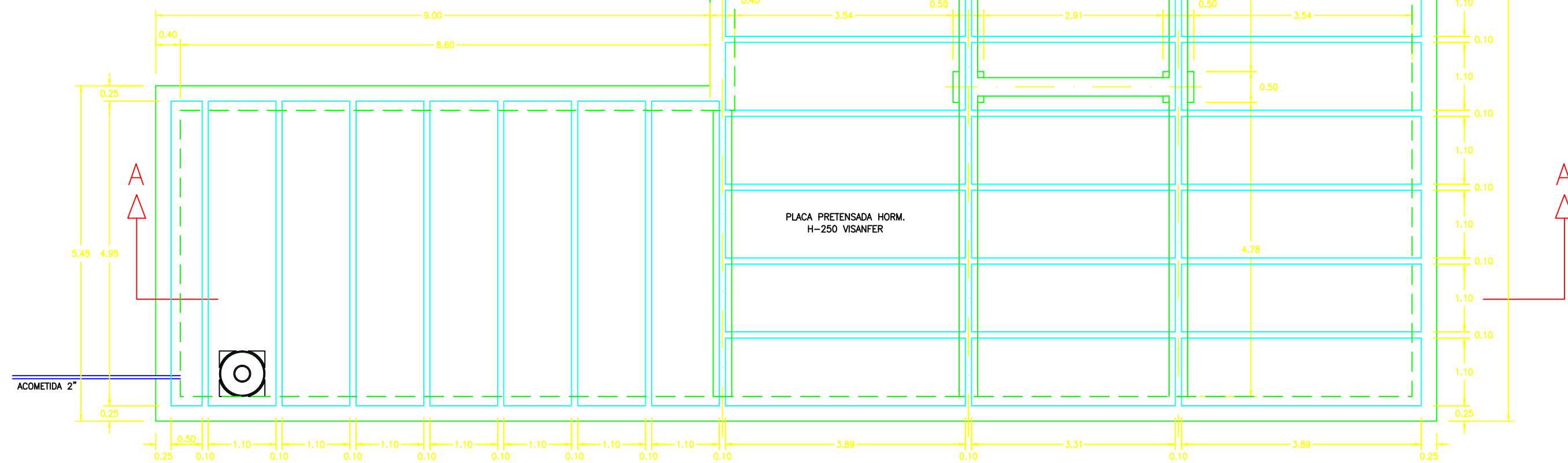
ESCALA  
1:50  
FECHA  
JUNIO 2016

IMPULSION PRINCIPAL  
EDIFICIO IMPULSION  
ESTRUCTURA

PLANO N  
OC-1.6a

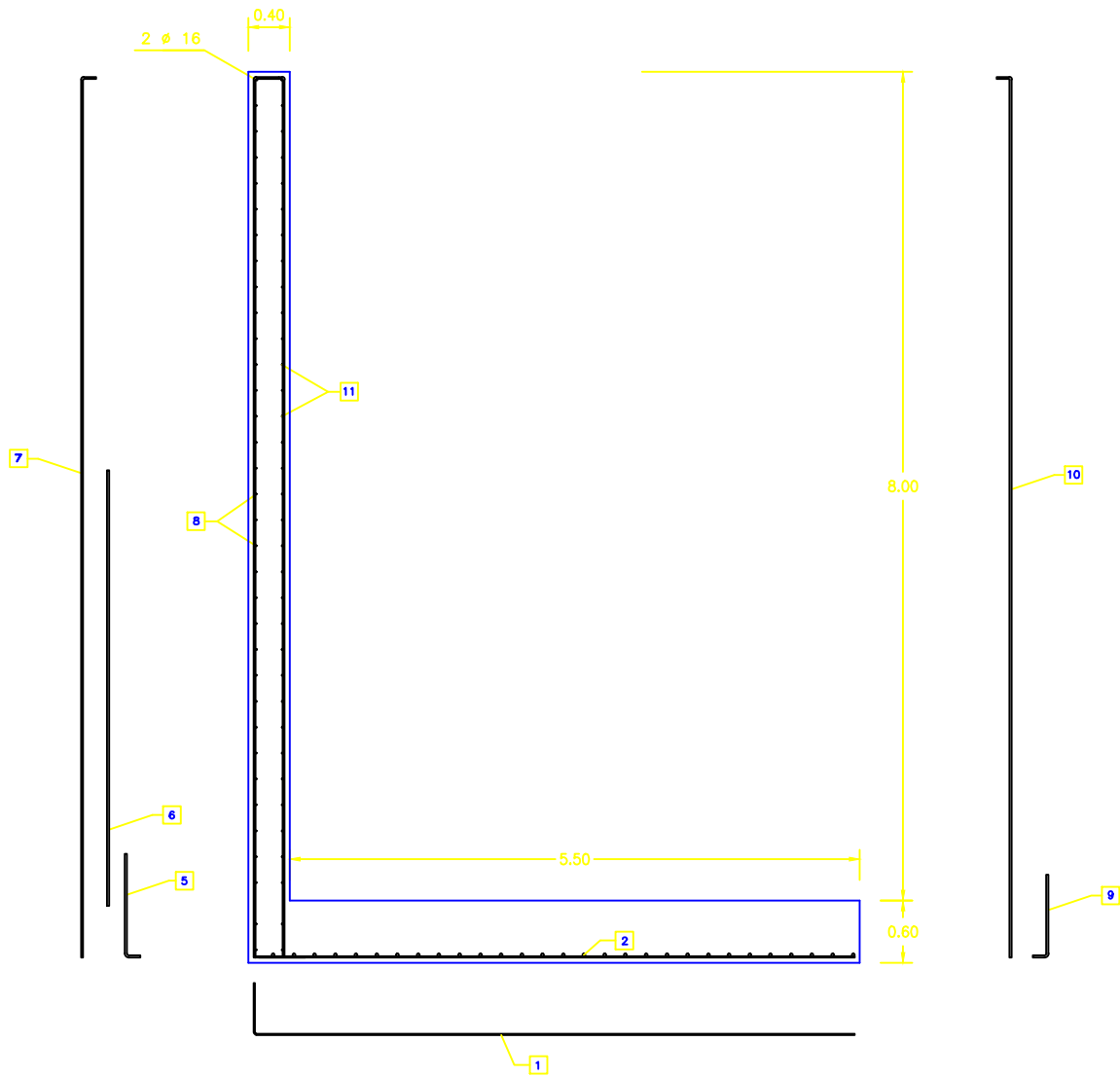


SECCION A-A



PLANTA

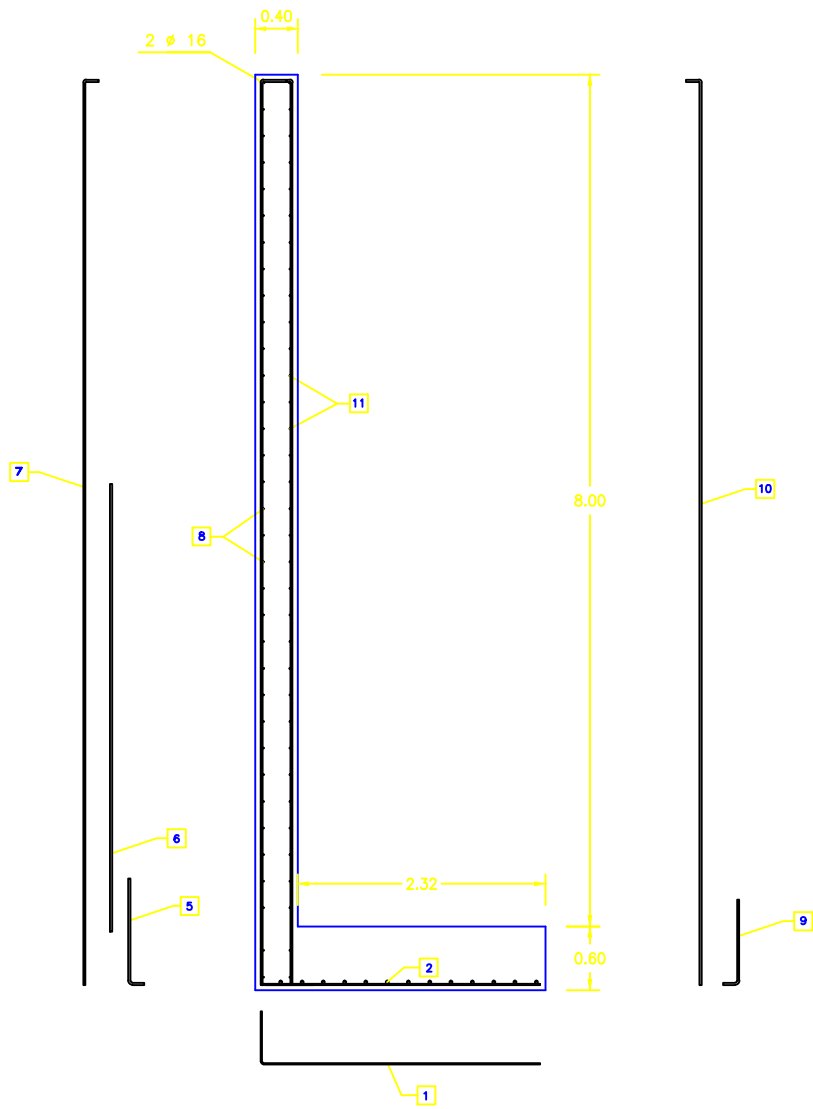
PROYECTO PARQUE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES Y SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			
SITUACION	VALLE DE ESCOMBRENAS CARTAGENA	Alumno: José Sánchez Martínez	
TITULAR		Director: SALVADOR DIAZ MARTINEZ	
ESCALA	1: 50	DEPOSITO CONTRA INCENDIOS PLANTA Y SECCION	
FECHA	JUNIO 2016		
PLANO N OC-1-7a			



SECCION B-B

E: 1/50

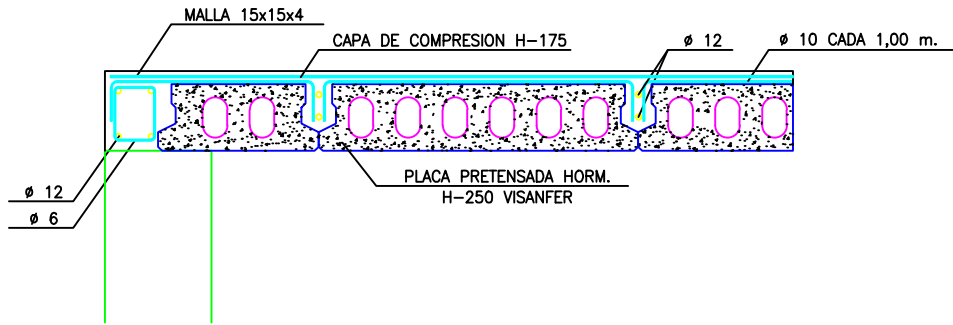
ARMADURA	R (mm)	Sep. (cm)	Longitud (m/ml)
1	ø 16	a 25	0,50 - 5,80 - 0,00
2	ø 10	a 20	0,00 - 1,00 - 0,00
3			
4			
5	ø 25	a 25	0,20 - 1,35 - 0,00
6	ø 20	a 25	0,00 - 5,20 - 0,00
7	ø 20	a 25	0,20 - 8,50 - 0,00
8	ø 10	a 25	0,00 - 1,00 - 0,00
9	ø 12	a 33	0,20 - 0,70 - 0,00
10	ø 12	a 33	0,20 - 8,50 - 0,00
11	ø 10	a 25	0,00 - 1,00 - 0,00
12			



SECCION C-C

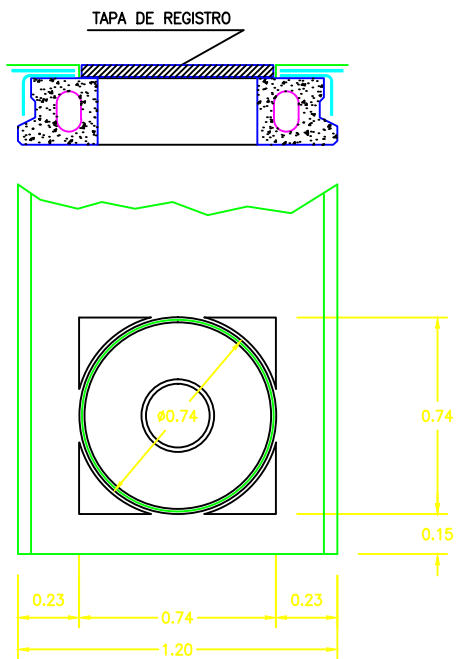
E: 1/50

ARMADURA	R (mm)	Sep. (cm)	Longitud (m/ml)
1	ø 16	a 25	0,50 - 2,62 - 0,00
2	ø 10	a 20	0,00 - 1,00 - 0,00
3			
4			
5	ø 25	a 25	0,20 - 1,35 - 0,00
6	ø 20	a 25	0,00 - 5,20 - 0,00
7	ø 20	a 25	0,20 - 8,50 - 0,00
8	ø 10	a 25	0,00 - 1,00 - 0,00
9	ø 12	a 33	0,20 - 0,70 - 0,00
10	ø 12	a 33	0,20 - 8,50 - 0,00
11	ø 10	a 25	0,00 - 1,00 - 0,00
12			



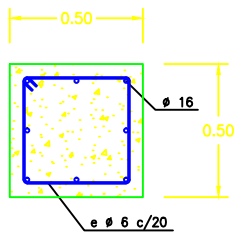
DETALLE MONTAJE  
PLACAS FORJADO

E: 1/20

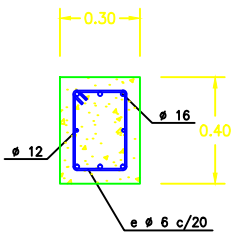


DETALLE ACCESO  
BOCA DE HOMBRE

E: 1/20

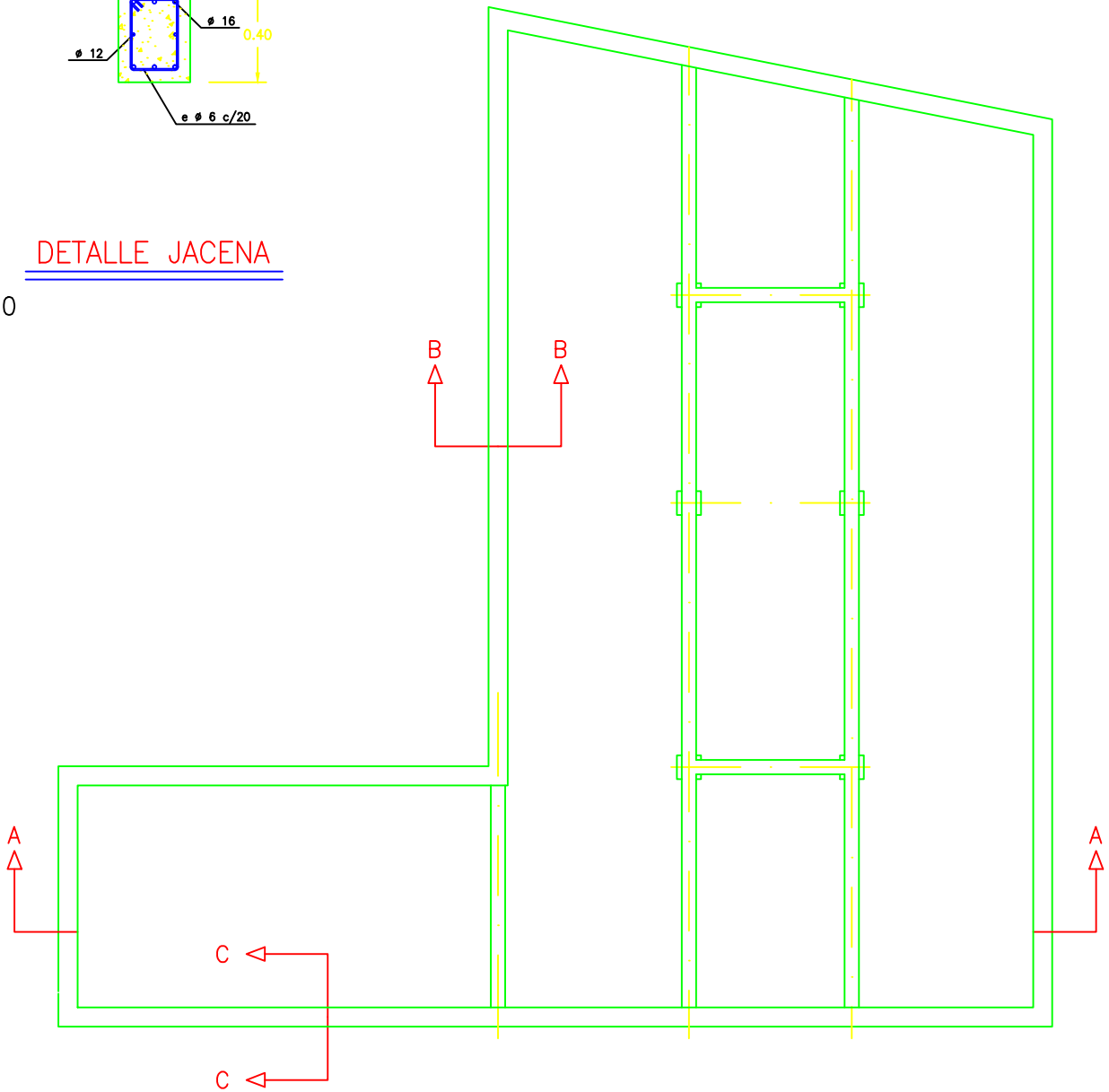


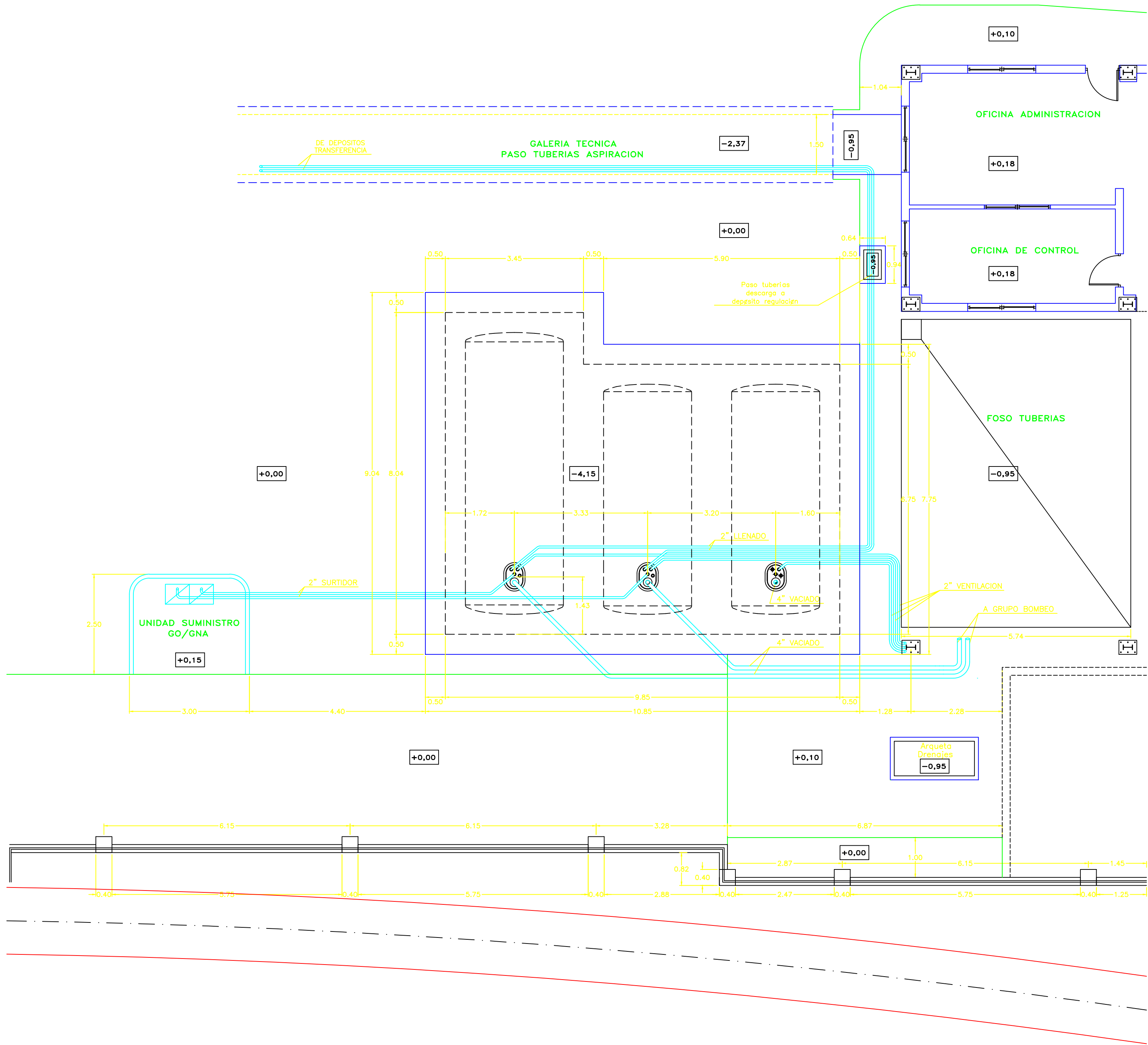
DETALLE PILAR



DETALLE JACENA

E: 1/20





PROYECTO PARQUE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN COMBUSTIBLES  
Y  
SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

SITUACION VALLE DE ESCOMBRERAS  
CARTAGENA  
TITULAR

Alumno: José Sánchez Martínez  
Director: SALVADOR DIAZ MARTINEZ

ESCALA  
1: 50  
FECHA  
JUNIO 2016

EDIFICIO DISTRIBUCION  
TANQUES ENTERRADOS  
COTAS

PLANO N  
OC-1-9a